



Avaliação de implementação de Biorefinarias Rurais e Sociais na Colômbia

Ana Rita Gomes Domingues

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Alimentar

Orientador: Doutor Bernardo Manuel Teles de Sousa Pacheco de Carvalho

Jurí:

Presidente: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, professora auxiliar com agregação no Instituto Superior de Agronomia

Vogais: -Doutora Maria Isabel Nunes Januário, professora auxiliar no Instituto Superior de Agronomia;

-Doutor Bernardo Manuel Teles de Sousa Pacheco de Carvalho, professor associado no Instituto superior de Agronomia.

Lisboa, 2010

Agradecimentos

Ao Prof. Bernardo Pacheco de Carvalho, professor do Instituto Superior de Agronomia e orientador desta dissertação por me ter orientado e proporcionado esta oportunidade única de colaboração com o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Ao CIAT e ao Consórcio de apoio ao desenvolvimento da mandioca na América Latina e Caribe (CLAYUCA) por todo o apoio prestado durante a minha passagem pela Colômbia, em particular ao Director Dr. Ruben Echeverría e Drs. Andy Jarvis e Bernardo Ospina.

Ao Dr. Robert Andrade e à Eng. Sonia Gallego pela generosidade e orientação prestada durante o estudo, ao auxiliar Carlos Nagles por me ter acompanhado amavelmente na saída de campo a Puerto Carreño, e em especial ao economista Salomón Perez Suarez, por me ter acompanhado desde o primeiro ao último momento, bem como pela disponibilidade e amizade então demonstradas.

À professora Dra. Maria Isabel Januário do Instituto Superior de Agronomia pelo apoio disponibilizado e pela ajuda na correcção da dissertação.

Aos amigos que fiz na Colômbia e aos amigos portugueses que me apoiaram sempre.

À Dona Vita Biojó por me receber em sua casa e na sua vida tão amavelmente.

Ao meu companheiro, pelas inúmeras trocas de impressões e comentários ao trabalho. Acima de tudo pelo inestimável apoio afectivo, paciência e compreensão ao longo destes meses.

Por último, aos meus pais pelo estímulo e apoio incondicional desde a primeira hora, pela paciência e grande amizade com que sempre me ouviram, e sensatez com que sempre me ajudaram, porque sem eles não estaria aqui.

Resumo

O tema energia tem estado cada vez mais em voga, ocupando mais espaço nos meios académico e empresarial, com preocupações que vão desde os efeitos ambientais e climáticos à importância estratégica da energia no desenvolvimento económico e social. Os bio-combustíveis, por serem renováveis e menos poluidores que os combustíveis fósseis, tornaram-se uma alternativa muito estudada e perseguida por vários países.

Na Colômbia, um consórcio do Centro de Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), de apoio à investigação e ao desenvolvimento da mandioca na América Latina e Caribe (CLAYUCA) desenvolveu um projecto de Biorefinarias Rurais e Sociais (BIRUS), com tecnologia simples, que produzem bio-combustível (etanol hidratado) a partir de mandioca ou sorgo doce e transformam os efluentes em produtos para uso na alimentação animal e fertilizantes.

Este estudo consistiu numa avaliação da viabilidade técnica e económica de implementação destas biorefinarias em três regiões rurais colombianas com problemas de auto-suficiência energética ou onde a energia é muito cara. Conclui-se que a viabilidade poderá ser possível em uma das três regiões e sugere-se a introdução de variedades de mandioca melhoradas e a identificação de melhorias tecnológicas no processo de conversão de mandioca em etanol. O associativismo, apoio e formação para agricultores, iriam também contribuir para a eficiência do projecto.

Palavras-Chave: Etanol de mandioca; Biorefinarias; Auto-suficiência Energética; Desenvolvimento Rural

Abstract

The theme of energy has been increasingly in vogue, occupying more space in academic and business worlds, with concerns ranging from the environmental and climate effects of the strategic importance of energy in economic and social development. The bio-fuels, for being renewable and less polluting than fossil fuels, have become much studied and pursued by several countries.

In Colombia, a consortium of CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), will support research and development of cassava in Latin America and the Caribbean (CLAYUCA) developed a draft Rural and Social biorefineries (Birusa), with simple technology, which produce bio-fuel (hydrated ethanol) from cassava or sorghum sweet and transforms the waste into products for use in animal food and fertilizer.

This study consisted of an evaluation of technical and economic feasibility implementation of these three biorefineries in rural Colombia with problems of self-sufficiency in energy or where the energy is very rare. We conclude that viability may be possible in one of the three studied regions but suggest the introduction of improved varieties of cassava and the identification of technological improvements on the conversion process of cassava into ethanol. The creation of associations, support and training for farmers will also improve the efficiency of the studied project.

Keywords: Ethanol from cassava; Biorefineries; Self-sufficiency Energy; Rural Development

Extended Abstract

A natural fuel, from renewable sources, like ethanol, can generate social and environmental gains in the medium and long term. The feasibility of ethanol production through micro-refineries in areas of small farms encourages the growth of regions and small farmers, reducing migration to urban centers, creating sustainable jobs, steady income for smallholders, and other social and environment benefits. This work, conducted with the support of CIAT (International Center for Tropical Agriculture) and included in the Project CLAYUCA (Consortium of Research Support and Development of Cassava in Latin America and Caribbean), the study focused on the installation of social bio-refineries, in poor communities of Colombia. These bio-refineries will use cassava mainly as raw material for obtaining bio-ethanol. Cassava, besides being a very abundant crop in tropical and subtropical regions, is also easy to grow, it grows in marginal conditions where many other crops do not survive. As a source of starch is a highly competitive culture: the roots contain more starch in dry weight, then the average of food crops and more easily extracted with simple technologies. Thus, as the starch-based production of bio-ethanol, cassava becomes a potential source of bio-energy. The bio-ethanol from cassava can provide electricity to every rural community that never had access to it and that depends on wood, dung or coal as energy sources. Can be used in cooking stoves in these communities, saving them time and energy spent for other energy sources, and can also be used as motor fuel in vehicles fitted with a kit or blended with gasoline at a rate of 30%. This study was designed primarily to analyze, evaluate, compare and propose improvements to the technical and economic feasibility of the implementation of micro-bio-refineries, which use cassava as feedstock to produce ethanol, in three rural regions of Colombia where self-sufficiency energy is scarce or very expensive. CIAT is a nonprofit institution that conducts research on social and environmental. Founded in 1976, this regional center, located in Latin America, specifically in Colombia, has a global reach with about two thirds of its resources devoted to research in Latin America and the Caribbean, and the remaining third devoted to research in Africa and Asia. CIAT's mission is to reduce hunger and poverty and improve human health in the tropics through research based on a vision of eco-efficient agriculture, ie agriculture, which uses the resources more efficiently, to become more competitive and achieve productivity growth more sustainable, with a smaller footprint.

After this study concluded that project implementation is not feasible in Leticia and Puerto Carreño, due to the cost of ethanol production is not competitive with local fuel prices. But in La Macarena may be feasible, depending on the actual cost of biogas and the possibility of no taxes. With the implementation of a micro-refinery in La Macarena 0.5% of rural population can be given access to electricity and secondly to 7.3% of the volume of gasoline sold in rural areas may be mixed with 30% ethanol. We suggest the introduction of improved varieties of cassava to obtain higher yields per hectare and the identification of technological improvements on the conversion process of cassava into ethanol. The associations, support and training for farmers will also improve the efficiency of the studied project.

Índice

1.	Introdução.....	10
1.1.	Aspectos Institucionais.....	10
1.2.	Objectivos e enquadramento do trabalho	12
2.	Revisão dos conhecimentos actuais.....	13
2.1.	Mandioca.....	13
2.1.1.	Introdução da cultura	13
2.1.2.	Usos.....	14
2.1.3.	Análise económica da cadeia produtiva	16
2.1.3.1.	Preços	16
2.1.3.2.	Produção e produtividade	17
2.1.3.3.	Comércio	19
2.2.	Bio-combustíveis.....	20
2.2.1.	Situação mundial.....	20
2.2.2.	Etanol	21
2.2.3.	Etanol de Mandioca	24
2.2.4.	Bio-energia e segurança alimentar	27
2.2.5.	Micro-refinarias	28
2.2.6.	Projecto BIRUS - CLAYUCA/CIAT	28
3.	Metodologia	32
3.1.	Caracterização das zonas de estudo.....	32
3.1.1.	Puerto Carreño.....	33
3.1.2.	La Macarena.....	34
3.1.3.	Letícia	34
3.2.	Parâmetros adoptados na simulação	35
3.2.1.	Parâmetros agrícolas.....	35
3.2.2.	Parâmetros da biorefinaria	35
3.2.3.	Parâmetros económicos	36
3.3.	Avaliação de consumos da biorefinaria piloto de CLAYUCA	38
3.3.1.	Energia	38
3.3.2.	Matérias-primas	38
3.4.	Estudo de viabilidade técnica e económica	40
3.4.1.	Ferramentas utilizadas na análise económica.....	40
4.	Resultados e discussão	44

4.1. Parâmetros locais	44
4.2. Parâmetros Agrícolas.....	46
4.3. Parâmetros Económicos	48
5. Conclusão	55
6. Bibliografia	56
7. ANEXOS	59

Lista de tabelas

Tabela 1 – Produção mundial de mandioca.....	18
Tabela 2 – Exportações mundiais de mandioca, em equivalente de peso do produto...19	
Tabela 3 – Principais produtores de etanol em 2008.....	23
Tabela 4 – Comparação de rendimentos de diferentes matérias-primas para a produção de etanol.....	26
Tabela 5 – Balanço de matérias-primas necessárias para produzir 1000 litros de etanol.....	39
Tabela 6 – Número de habitantes com e sem acesso à energia eléctrica em cada região.....	44
Tabela 7 – Volumes comercializados e preços de combustíveis nas três regiões.....	45
Tabela 8 – Área agrícola disponível e necessária para a produção de mandioca em cada uma das regiões.....	47
Tabela 9 – Representação dos pesos dos custos de investimento inicial para as três regiões.....	48
Tabela 10 – Representação dos pesos dos custos de produção de mil litros de etanol nas três regiões, e custos totais em US\$.....	49
Tabela 11 – Indicadores obtidos nas análises económicas dos dois últimos cenários..	53

Lista de figuras

Figura 1 – Gráfico de Preços internacionais de produtos de mandioca, e preços internos da Tailândia.....	16
Figura 2 – Gráfico da produção mundial de mandioca de 1973 a 2009.....	17
Figura 3 – Gráfico do comércio de chips e grânulos de mandioca a nível mundial e da União Europeia.....	20
Figura 4 – Gráfico das produções mundiais de etanol e biodiesel.....	21

Figura 5 – Gráfico de produção de etanol por uso.....	24
Figura 6 – Fluxograma resumido do processamento de etanol de mandioca.....	25
Figura 7 – Componentes tecnológicas do projecto BIRUS.....	29
Figura 8 – Fluxograma para a produção de etanol hidratado de mandioca.....	30
Figura 9 - Mapa de Colômbia dividido por departamentos, com os departamentos e respectivas regiões onde incidiu o estudo em evidência.....	33
Figura 10 – Gráfico de comparação de preços de combustível e custos de produção de etanol nas três regiões.....	51
Figura 11 – Gráfico de fluxo de caixa gerados pelo projecto em La Macarena, nos dois cenários propostos.....	52
Figura 12 – Gráfico de fluxos de caixa gerados nos dois cenários modificados, sem impostos e com abastecimento energético por biogás (cenário 1.a e 2.a)...	53

Lista de Anexos

Anexo 1 – Guias de entrevistas.....	60
Anexo 2 – Análise de custos de produção nas três regiões.....	68
Anexo 3 – Projeções financeiras e fluxos de caixa para La Macarena.....	76

1. Introdução

Um combustível natural, proveniente de fonte renovável, como o etanol, pode gerar ganhos sociais e ambientais a médio e longo prazo. A viabilização da produção de etanol por meio de micro-refinarias em áreas de pequenas localidades rurais potencia o crescimento das regiões e dos pequenos produtores, reduzindo a migração para os centros urbanos, gerando empregos duráveis, renda estável para os pequenos proprietários, entre outras vantagens sócio-ambientais.

Este trabalho, realizado com o apoio do CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) e incluído num projecto de CLAYUCA (Consortio de Apoio à Investigação e ao Desenvolvimento da Mandioca na América Latina e Caribe), incidiu no estudo da instalação de biorefinarias, nas comunidades pobres da Colômbia. Estas biorefinarias utilizam essencialmente mandioca como matéria-prima para a obtenção de bio-etanol. A mandioca, para além de ser uma cultura muito abundante nas regiões tropicais e subtropicais, é também de cultivo fácil, uma vez que cresce em condições marginais onde muitas outras culturas não sobrevivem. Como fonte de amido é uma cultura altamente competitiva: as raízes contêm mais amido, em peso seco, que a maioria das culturas alimentares, e mais facilmente extraído, com tecnologias simples. Assim, sendo o amido a base de produção do bio-etanol, a mandioca torna-se uma potencial fonte bioenergética. O bio-etanol de mandioca pode proporcionar electricidade a qualquer comunidade rural que nunca teve acesso à mesma e que depende de madeira, carvão ou estrume como fontes de energia; pode ser usado nos fogões de cozinha dessas comunidades, poupando-lhes tempo e energia dispendidos para obter outras fontes de energia; e pode também ser usado como combustível automóvel em veículos adaptados com um kit específico ou misturado com a gasolina numa percentagem de até 30%.

Este trabalho teve como principais objectivos analisar, avaliar, comparar e propor melhorias para a viabilidade técnica e económica da implementação de Biorefinarias Rurais e Sociais, que utilizam mandioca como matéria-prima para produzir etanol, em três regiões rurais da Colômbia onde a auto-suficiência energética é escassa ou a energia muito cara.

1.1. Aspectos Institucionais

O interesse no estudo de alternativas de produção nas regiões tropicais que permitam criar riqueza e apoiar processos de desenvolvimento sustentáveis tem necessariamente que ser uma preocupação dos centros de investigação ligados aos trópicos. Em Portugal, a única unidade de ensino superior que mantém há mais de cem anos formação na área agronómica/alimentar e de desenvolvimento das regiões tropicais é a Universidade Técnica de Lisboa no Instituto Superior de Agronomia (UTL/ISA). A formação que me foi proporcionada no ISA permitiu-me conhecer o CIAT-CD, Centro de Investigação de Agronomia Tropical/Cooperação e Desenvolvimento, que é hoje uma unidade que faz a ligação entre o sector de agronomia tropical do ISA/UTL com o IICT, Instituto de Investigação Científica Tropical, ligação esta que é também centenária e que junta as duas instituições na área das Ciências Agrárias em Portugal que possuem valências estruturadas no sector agro-alimentar tropical e de desenvolvimento da agricultura em meio tropical.

Em contacto com o Prof. Bernardo Pacheco de Carvalho, e procurando oportunidades de poder ter vivência nos trópicos, foi possível, identificar temas de interesse para a realização da dissertação final do 2º Ciclo de Engenharia Alimentar através das estruturas existentes. Foi escolhido entre os vários temas que são prioridade no CIAT-CD o estudo das questões ligadas à segurança alimentar e aos novos desafios na área dos biocombustíveis e dentro desta temática exploradas as possibilidades de investigação oportuna, necessárias e que pudesse ser realizada nos trópicos. Neste contexto a existência da REDISA, Rede de Educação, Informação e Cidadania para a Segurança Alimentar e Desenvolvimento Sustentável veio permitir a inserção do nosso projecto de carácter académico dentro duma dinâmica internacional, isto é, permitiu o apoio imprescindível deste trabalho quer do CIAT-CD, em Lisboa, quer do CIAT-CGIAR/Colômbia – Centro Internacional de Agricultura Tropical.

O CIAT é uma instituição sem fins lucrativos que realiza investigação nas áreas social e ambiental, com ênfase especial nos problemas da Agricultura Tropical. O CIAT faz parte duma estrutura mais alargada de Centros Internacionais vocacionados para o apoio ao desenvolvimento dos países menos desenvolvidos, a maior parte deles em regiões tropicais, e sempre focalizados na problemática e contributo que a agricultura pode e deve dar aos processos de desenvolvimento. Trata-se do CGIAR, (Consulting Group International Agricultural Research), sistema de pesquisa agrícola internacional, que tem uma longa história de sucessos, designadamente em termos da sua contribuição para o que se convencionou chamar de “revolução verde.”

Fundado em 1976 este centro regional, localizado na América Latina, mais precisamente na Colômbia, tem um alcance mundial com cerca de dois terços dos

seus recursos dedicados à investigação na América Latina e Caribe, e o terço restante dedicado à investigação na África e Ásia. A missão do CIAT é reduzir a fome e a pobreza, e melhorar a saúde humana nos trópicos através de pesquisas assentes numa visão de agricultura eco-eficiente, ou seja, uma agricultura que utiliza os recursos de modo mais eficiente, para se tornar mais competitiva e obter aumentos de produtividade mais sustentáveis, com uma menor pegada ecológica.

1.2. Objectivos e enquadramento do trabalho

Os desafios que têm sido objecto de grande preocupação para reduzir a fome e a pobreza, designadamente de forma bem expressa nos desafios do milénio, no seu “primeiro mandamento” procurando mobilizar a comunidade internacional para as grandes causas de desenvolvimento, acabam por reflectir-se de forma clara nas opções das políticas de investigação-desenvolvimento que os centros internacionais e nacionais definem. O CIAT-CD, centro em que desenvolvi o meu trabalho tem como objectivos principais dois vectores de acção, a Segurança Alimentar e o Desenvolvimento Sustentável, e dentro deste binómio a questão energética e ambiental aparecem com óbvio destaque. Não foi difícil, neste quadro de referência, identificar os nossos objectivos para um trabalho que pudesse ser útil e actual, ajudando a contribuir para o esclarecimento de questões que são hoje uma enorme interrogação, como é saber em que medida a produção de bio-combustíveis se pode fazer em pequena escala e de forma viável dentro duma lógica de agricultura familiar. A matéria-prima para esse efeito, face à realidade regional da região em estudo, acabou por ser a mandioca.

Foram estudadas as regiões em que seria factível realizar um trabalho com as características e condicionalismos que tínhamos, e foram identificadas 3 regiões rurais na Colômbia em que os problemas de acesso à energia são de facto limitantes e onde alternativas com base na actividade agrícola podem proporcionar uma nova dinâmica de desenvolvimento. Em síntese, conforme mencionado, o trabalho permitiu analisar, avaliar, comparar e discutir as condições de viabilidade económica da implementação de Biorefinarias para produção de etanol a partir de sistemas produtivos com base na mandioca.

2. Revisão dos conhecimentos actuais

2.1. Mandioca

2.1.1. Introdução da cultura

Originária da América do Sul, esta espécie foi domesticada há pelo menos 10.000 anos. As vantagens desta cultura depressa foram reconhecidas pelos navegadores portugueses, que a levaram para África em finais do século XVI. A partir daí, os comerciantes encarregaram-se de a introduzir na Ásia (Allem, 2002). Actualmente, produz-se mandioca na maioria dos países situados na cintura equatorial, entre os 30º norte e os 30º sul do equador, o que confirma a adaptabilidade da cultura a uma vasta gama de ecossistemas. Trata-se de uma cultura muito rústica, capaz de se desenvolver sobre condições marginais onde muitas outras culturas não sobrevivem. A cultura é naturalmente tolerante a solos ácidos e desenvolve-se em condições de temperatura e precipitação que variam entre 10 °C e 40 °C e entre 900 mm e 2.000 mm, respectivamente. A maioria das variedades de mandioca é tolerante à seca, desenvolve-se em solos degradados e é resistente às principais doenças e pragas e oferece a conveniente flexibilidade no "timing" da plantação e da colheita. Estas características tornam esta cultura uma componente fundamental de segurança alimentar, especialmente em terras agrícolas marginais.

Até há pouco tempo, a mandioca e os seus produtos, eram pouco conhecidos fora das regiões tropicais e subtropicais onde é produzida. Os governos não investiam no conhecimento e consequente melhoramento da cultura. Contudo, com a criação do Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), na Nigéria, e do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia, na década de 70, começa uma nova era para a mandioca com a criação de projectos de reprodução, modernização das práticas culturais e desenvolvimento de novos métodos de processamento.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), depois do arroz, trigo e milho é o quarto alimento base mais importante do mundo, sendo um importante componente da dieta de cerca de 1000 milhões de pessoas, das quais, cerca de 500 milhões dependem dela para sobreviver (FAO, 2000).

2.1.2. Usos

A mandioca é um arbusto perene cujas raízes são o produto mais comumente utilizado, apesar de todas as partes terem uma utilização. As raízes amiláceas da mandioca, ricas em hidratos de carbono, processadas de vários modos para consumo humano, ao longo dos tempos, têm vindo a adquirir um papel cada vez mais importante no desenvolvimento rural como matéria-prima para muitas aplicações industriais. As utilizações mais importantes, a nível industrial, são na produção de alimentos compostos como fonte de energia das dietas animais, na produção do amido e, mais recentemente, na produção de etanol. A fécula de mandioca é também utilizada como agente de ligação, na produção de papel e têxteis, e como glutamato mono-sódico, um importante agente aromatizante na culinária asiática. A mandioca é também a fonte de amido mais barata, utilizada em mais de 300 produtos industriais. Na maioria dos países produtores de mandioca em África, as folhas são consumidas como vegetais verdes, fornecendo proteínas e vitaminas A e B.

As muitas cultivares de mandioca existentes no mundo, podem ser divididas em cultivares doces e amargas, consoante a quantidade de Glucósidos Cianogénicos (CG) nelas contida. Os glucósidos cianogénicos presentes em todas as partes da planta são a Linamarina, a mais abundante, e a Lotaustralina. Produzidos nas folhas e transportados para a raiz, estes compostos são sintetizados pela enzima Linamarinase para produzir cianeto (HCN), um veneno volátil capaz de causar sérios problemas de envenenamento se as raízes/folhas forem consumidas sem sofrerem um tratamento prévio. A quantidade de HCN varia de 10 a 370mg/kg de raízes frescas (Janssens, 2001) que depende do genótipo, ambiente, práticas agrícolas, idade da planta e tecido da planta. São consideradas doces se contiverem menos de 50mg HCN/kg de raízes frescas (Janssens, 2001).

As variedades amargas são, geralmente, utilizadas no fabrico de farinha, amido ou na alimentação animal. Estas variedades não são utilizadas para consumo em fresco, porque é durante o seu processamento que os teores de HCN são reduzidos de modo a possibilitarem a sua utilização, tanto na alimentação humana como na animal. Este facto deve-se à secagem pela qual a mandioca passa que provoca a decomposição dos glucósidos cianogénicos e com isso a quase total eliminação do cianeto (Kwatia e Jean, 1990). Tanto as folhas como as raízes passam por este processo, sendo primeiramente picadas, ou raladas (no caso das raízes) e posteriormente secas. O modo de processamento é influenciado pelo facto de serem doces ou amargas e

também pelo conteúdo em matéria seca, percentagem de amilase na composição do amido, conteúdo em proteína e carotenóides.

A indústria de alimentos compostos para animais, onde todas as partes da planta podem ser utilizadas, representa uma importante fatia da utilização de mandioca. A importância da mandioca na alimentação animal surgiu com a necessidade de uma dieta animal rica em energia, característica específica da mandioca. O baixo teor em proteína da mandioca pode ser compensado com aditivos proteicos, como a soja.

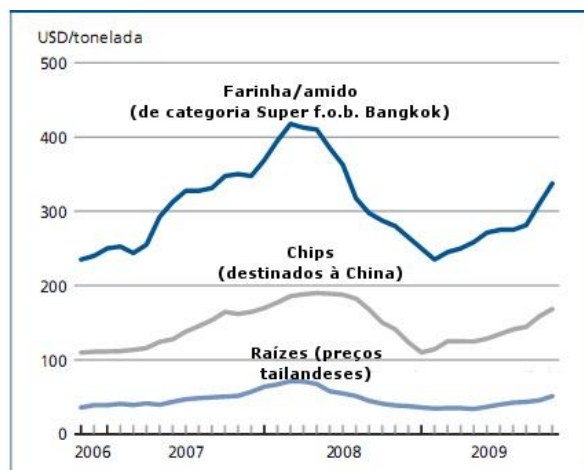
No que respeita ao uso da mandioca como alimento, com os preços altos e persistentes dos cereais, muitos consumidores vulneráveis passaram a recorrer a esta cultura para satisfazer as suas necessidades dietéticas. Como é o caso de África, onde a mandioca representa cerca de 37% do total de calorias consumidas no continente podendo ser consumidas cruas, assadas, cozidas, grelhadas, fritas, em grânulos, pastas ou farinhas. Contudo, segundo a FAO, 2008, este reforço da procura levou, em 2008, os preços domésticos da mandioca a subir em várias regiões. No entanto o ganho global de produção superou o crescimento da população, provocando um aumento na disponibilidade de alimentos *per-cápita*. Em todo o mundo surgem medidas para promover a farinha de mandioca relativamente aos cereais importados, quer através do consumo directo ou através da mistura, constituindo um importante factor de maior consumo de produtos de mandioca. Por exemplo, Moçambique poderia seguir o Brasil e a Nigéria, que já obrigam a inclusão de 10 % de farinha de mandioca na farinha de trigo. Vários países do Caribe também promoveram esta iniciativa.

Uma aplicação inovadora e promissora é a fermentação do amido para produção de etanol, utilizado como bio-combustível. A procura de mandioca pelos sectores da bio-energia surge também como um factor importante na expansão da utilização da mandioca. Um sistema de produção típico pode produzir cerca de 180 litros de etanol com 96% de pureza, a partir de uma tonelada de mandioca com teor de 30% de amido (FAO, 2008). Mas a FAO adverte que as políticas de uma mudança para a produção de bio-combustíveis devem considerar cuidadosamente os efeitos dessa mudança sobre a produção de alimentos e a segurança alimentar.

2.1.3. Análise económica da cadeia produtiva

2.1.3.1. Preços

No início de 2006, o preço internacional dos produtos de mandioca comercializados começa a recuperar até meados de 2008, ao atingir o seu valor mais alto como se mostra na figura 1. Foi, também em meados de 2008 que se verificou o início de uma tendência para a queda de preços generalizada aos produtos de primeira necessidade, nos quais, a mandioca está incluída. Só em princípios de 2009, após ter atingido os valores mais baixos dos últimos 30 meses, se observou o começo de uma forte recuperação dos preços (FAO, 2008).



(Fonte: FAO, 2008).

Figura 1: Gráfico de preços internacionais de produtos de mandioca e preços internos da Tailândia

A força dos preços das exportações tailandesas, que servem como parâmetro, deve-se a uma grande variedade de factores:

- A valorização da moeda tailandesa, que na segunda metade de 2009 aumentou 7% frente ao dólar americano;
- Uma intervenção do Ministério do Comércio da Tailândia, através da compra de 13 milhões de toneladas de raízes frescas (cerca de metade da colheita), na sequência de uma produção sem precedentes;

- Mudanças nas políticas dos cereais na China, maior importador mundial de mandioca, levaram á subida dos preços internos do milho, impulsionando a competitividade do amido e chips de mandioca da Tailândia;
- O aumento do uso de chips como matéria-prima para as destilarias de etanol na Ásia.

A entrada promissora do etanol, combinada com os preços mais altos do petróleo durante grande parte do ano 2009, impulsionou a procura de mandioca para produção de energia e álcool. Com o aumento da procura de mandioca para a produção de energia, bem como para a produção animal, a FAO prevê que, a curto prazo, os preços dos produtos de mandioca continuem a recuperar.

2.1.3.2. Produção e produtividade

Segundo estimativas da FAO em 2008, 70% da produção mundial de mandioca está concentrada em cinco países, nomeadamente Nigéria, Brasil, Tailândia, Indonésia e República Democrática do Congo. Tal como se pode ver na Figura 2, a FAO previu para a produção mundial de mandioca em 2009, um aumento de 4% relativamente a 2008, cerca de 233 milhões de toneladas, correspondentes a um total de 18.7 milhões de hectares cultivados com mandioca em todo o mundo (FAOSTAT, 2008).

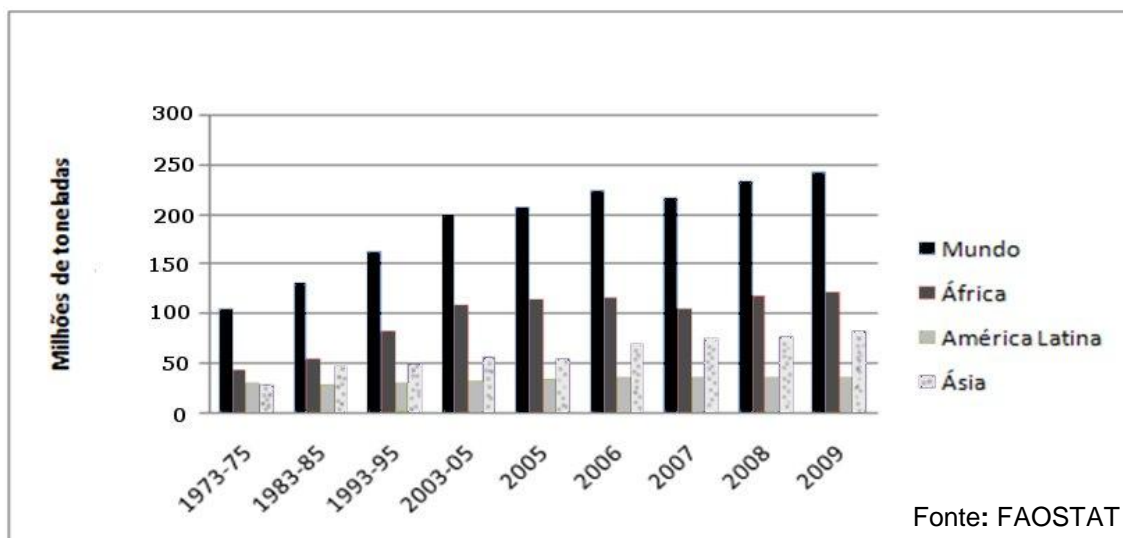


Figura 2: Gráfico de produção mundial de mandioca de 1973 a 2009

Desde meados da década de 1980 que África é o maior contribuidor para o aumento da produção de mandioca chegando a produzir, em 2008, 52% do total da produção

mundial de mandioca, 5% acima do recorde de 2007. Já para 2009, a FAO prevê uma continuidade expansão da produção de mandioca, após um aumento de 3% de 2008 para 2009, aproximadamente 121.5 milhões de toneladas, tal como se pode ver na Tabela 1. Esta expansão deve-se aos atributos, já referidos, da cultura.

Consoante estatísticas da FAO, o rendimento médio mundial em 2008 foi de 10,5 toneladas por hectare, mas este variou de 1,6 toneladas por hectare, no Sudão, 33,5 toneladas por hectare, na Índia. O maior produtor mundial é a Nigéria, que em 2008 produziu cerca de 43 milhões de toneladas com um rendimento médio de 22.1 toneladas por hectare.

Na América Latina e Caribe, as perspectivas para a produção de 2009, apontam para uma contracção marginal devida a uma diminuição prevista na área cultivada no Brasil, o maior produtor da região.

Tabela 1: Produção mundial de mandioca

Anos	2005	2006	2007	2008*	2009**
Unidade	milhões de toneladas				
Mundo	207,437	224,483	217,536	233,391	242, 069
África	114,602	117,449	104,952	118,461	121,469
Nigéria	41,565	45,721	34,410	42,770	45,000
Rep.Dem. do Congo	14,974	14,989	15,004	15,020	15,036
Gana	9,567	9,638	9,650	9,700	10,000
Angola	8,606	8,810	8,800	8,900	9,000
Moçambique	6,500	6,765	5,039	8,400	9,200
Rep. Dem. da Tanzânia	7,000	6,158	6,600	6,700	6,500
Uganda	5,576	4,926	4,456	4,942	4,500
Malawi	2,197	2,832	3,239	3,700	4,000
Madagáscar	2,964	2,359	2,400	2,405	2,000
Outros	15,653	15,251	15,354	15,923	16,233
América Latina	35,354	36,311	36,429	37,024	36,606
Brasil	25,872	26,639	26,541	26,600	26,000
Paraguai	4,785	4,800	5,100	5,300	5,400
Colômbia	1,465	1,363	1,288	1,444	1,500
Outros	3,535	3,509	3,500	3,680	3,706
Ásia	55,917	70,465	75,882	77,631	83,715
Tailândia	16,938	22,584	26,411	25,156	30,088
Indonésia	19,321	19,987	19,988	20,269	20,500
Vietname	6,716	7,783	7,985	8,300	8,600
Índia	5,855	7,620	8,429	8,959	9,200
China(continental)	4,015	7,500	7,875	8,300	8,700
Camboja	0,536	2,182	2,215	3,604	3,275
Filipinas	1,678	1,757	1,871	1,941	2,200
Outros	0,858	1,053	1,108	1,102	1,151

Fonte: FAOSTAT. Legenda: * Estimativa; ** Prognóstico.

2.1.3.3. Comércio

A mandioca fresca não é comercializada internacionalmente devido à sua natureza perecível, isto é, deteriora-se muito rapidamente. O comércio mundial de mandioca consiste essencialmente na comercialização dos seus subprodutos: fécula, farinha, mandioca processada, tanto para alimentação humana (cozida ou frita) como para alimentação animal (sob a forma de rações) e amido de mandioca. Os produtos secos de mandioca e o amido de mandioca são os mais comercializados.

O comércio mundial de produtos de mandioca tem vindo a demonstrar uma evolução errática desde 1975. Depois de experimentar uma contracção de cerca de 15% em 2008, o comércio mundial de produtos de mandioca recupera em 2009. Esperar-se-ia uma expansão considerável, mas dado que a União Europeia se está a retirar do mercado de importações, o comércio limitar-se-á principalmente à Ásia.

Desde 1982 que a Tailândia está na liderança do mercado de exportação, alcançando, em 2009, as 7,8 milhões de toneladas exportadas, mais 14% que em 2008, tal como se pode ver na Tabela 2. Como líder do mercado mundial de importações de produtos de mandioca desde 2001, a China é responsável por mais de 70% das importações em 2009.

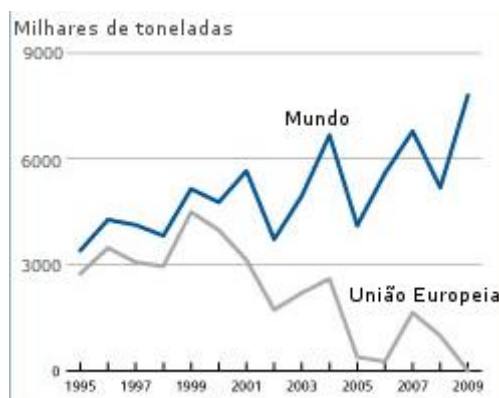
Tabela 2:Exportações mundiais de mandioca, em equivalente de peso do produto

Total	2006	2007	2008	2009
milhares de toneladas				
Farinha e amido	4 852	4 686	4 265	4 652
Tailandia	4 616	4 416	3 963	4 316
Otros	236	269	302	335
"Cips" e grânulos	5 629	6 506	5 187	7 802
Viet Nam	1 041	1 317	2 000	4 000
Tailandia	4 348	4 824	2 848	3 450
Indonésia	132	210	170	160
Otros	108	156	169	191

Fonte: FAO, 2009.

Segundo a FAO a composição do comércio de mandioca tem sofrido mudanças importantes. O comércio mundial de grânulos (principalmente para ração), que foi em tempos a base sólida da procura internacional de mandioca, sofreu um colapso. Em comparação com aumentos de 84%, no início da década, em 2009 registou-se um

aumento de 2%. A China e a República da Coreia são os principais destinos das rações de mandioca. A União Europeia, que em 2009 apenas comprou 17 000 toneladas, ameaça retirar-se definitivamente deste mercado, com a maior disponibilidade de rações baratas nos Estados Membros, como mostra o figura 3.



Fonte: FAO, 2009

Figura 3: Gráfico de Comércio de Chips e grânulos de mandioca a nível mundial e da União Europeia

Pode-se dizer que o comércio mundial de Chips de mandioca está centrado na Ásia. A China ocupa, aqui também a liderança nas importações deste tipo de produto, principalmente para responder à procura pelo promissor sector do etanol. Até 2008 a Tailândia cobriu a crescente procura de chips de mandioca por parte da China, mas para 2009, a FAO previu que o Vietname fosse o primeiro fornecedor de chips de mandioca, da China. O comércio de amido e farinha de mandioca em 2009 acompanhou o comércio de chips. Uma vez mais, com a Tailândia como maior exportador, e a China como maior importador, devido à vantagem que o amido de mandioca tem mantido nesse mercado, sobre os produtos cerealíferos, graças à política dos preços.

2.2. Bio-combustíveis

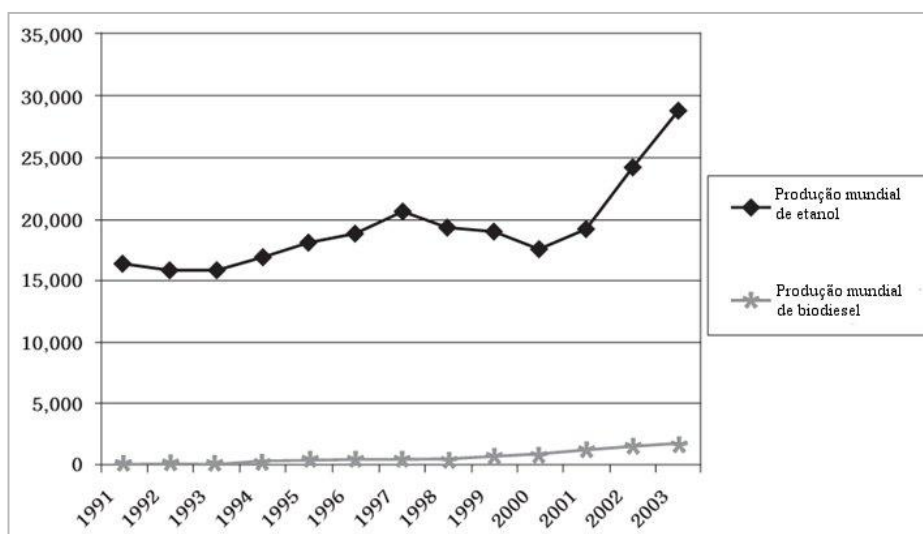
2.2.1. Situação mundial

Entende-se por bio-combustível todo o combustível, líquido sólido ou gasoso, produzido a partir de biomassa (matéria orgânica de origem vegetal ou animal). Este termo inclui o etanol ou álcool etílico, metanol, biodiesel, e combustíveis gasosos tais

como metano e hidrogénio (Marcos, 2008). O tema dos bio-combustíveis como fonte de energia não é de hoje, já o inventor do motor a diesel, Rudolph Diesel, pensou em usar óleo de amendoim para accionar o motor em 1897. Mas, foi a partir de 1970, com a crise energética da altura e com o elevado custo do petróleo, que o tema se desenvolveu mais significativamente.

A nível mundial, o mercado dos bio-combustíveis é dominado por dois produtos (IEA, 2004), tal como se pode ver na Figura 4:

- Etanol, cujos principais produtores são o Brasil, Estados Unidos e a União Europeia e os principais consumidores são o Brasil, Estados Unidos, Canadá, União Europeia e Japão;
- Biodiesel, cujos principais produtores e consumidores são os países da UE. Entendendo-se por biodiesel o biocombustível substituto do gasóleo (diesel) obtido de oleos vegetais ou animais e oleos de fritura usados.



Fonte: F.O.Linchts in "Biofuels for Transport" IEA 2004

Figura 4: Gráfico das produções mundiais de Etanol e Biodiesel

2.2.2. Etanol

O etanol, também conhecido como álcool etílico, define-se como uma substância límpida, incolor, inflamável de hidrocarbonetos oxigenados, com a fórmula química C_2H_5OH . Pode ser produzido a partir de qualquer biomassa que contenha

quantidades apreciáveis de açúcares ou de materiais que podem ser convertidos em açúcares, como o amido ou celulose. As matérias-primas e, portanto, os processos pelos quais o etanol pode ser produzido são diversos. Álcoois sintéticos podem ser derivados de petróleo ou de gás e carvão, e o álcool agrícola pode ser destilado a partir de grãos, melaço, frutas, suco de cana-de-açúcar, celulose e muitas outras fontes. Ambos os produtos de fermentação e álcool sintético, são quimicamente idênticos (Berg, 2004). Uma distinção importante no campo do etanol é entre o álcool anidro e álcool hidratado. O álcool anidro é isento de água e pelo menos 99% puro. Este etanol pode ser utilizado em misturas de combustíveis. O álcool hidratado, por outro lado, contém um pouco de água e geralmente tem um grau de pureza de 96%.

Na produção de bio-etanol a partir de culturas sacarinas, as matérias-primas são processadas primeiro para extrair o açúcar (por exemplo, através de esmagamento) e o açúcar é então fermentado para produzir etanol. A fermentação de etanol é o processo bioquímico pelo qual os açúcares, como glicose, frutose e sacarose, são convertidos em etanol e dióxido de carbono, utilizando levedura ou outros microrganismos. Glicose e frutose são monossacarídeos, isto é açúcares simples, com seis átomos de carbono, a sacarose é um dissacarídeo, ou seja, um açúcar composto por dois monossacarídeos, formado por glicose e frutose unidas. A etapa final destila (purifica), o etanol para a concentração desejada e, geralmente, retira toda a água para produzir o "álcool anidro", que pode ser misturado com gasolina. Para além disso, também se pode utilizar o bagaço de cana-de-açúcar, isto é, o caule esmagado da planta, como um combustível sólido, queimado para obter calor e electricidade.

Na produção de bio-etanol a partir de matérias amiláceas, como é o caso da mandioca, o processo é mais difícil em comparação com culturas sacarinas, porque inclui um passo adicional, a hidrólise da matéria-prima. O amido é um polissacarídeo (ou seja, um polímero, uma grande molécula criada pela união de muitos químicos idênticos ou semelhantes unidades menores, composta por monossacarídeos ligados), constituído por longas cadeias de moléculas de glicose. Através de hidrólise, onde o amido reage com a água, o amido é quebrado em moléculas de glicose fermentáveis. No primeiro passo da hidrólise a enzima alfa-amilase actua sobre a suspensão de amido a uma temperatura de 90 a 100°C, quebrando as ligações internas do amido. O produto deste primeiro passo, chamado de liquefacção, é uma solução de amido que contém dextrinas e pouca quantidade de glicose. O amido liquefeito é, então, sacarificado pela glucoamilase a temperaturas entre 60 e 70°C (Sanchez, 2008). Uma vez que o amido é quebrado em xarope de glicose, o processo é semelhante à das culturas de açúcar (ou seja, os açúcares são fermentados em etanol (normalmente

usando a chamada levedura *Saccharomyces cerevisiae*), seguida de destilação do etanol para a concentração desejada e remoção de água).

Actualmente, o etanol produz-se a partir de uma grande variedade de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, milho, mandioca, beterraba, trigo, cevada, entre outros, no entanto a maior fatia da produção mundial provém da cana-de-açúcar (Brasil) e do milho, (Estados Unidos). Os países maiores produtores de etanol estão representados na Tabela 3.

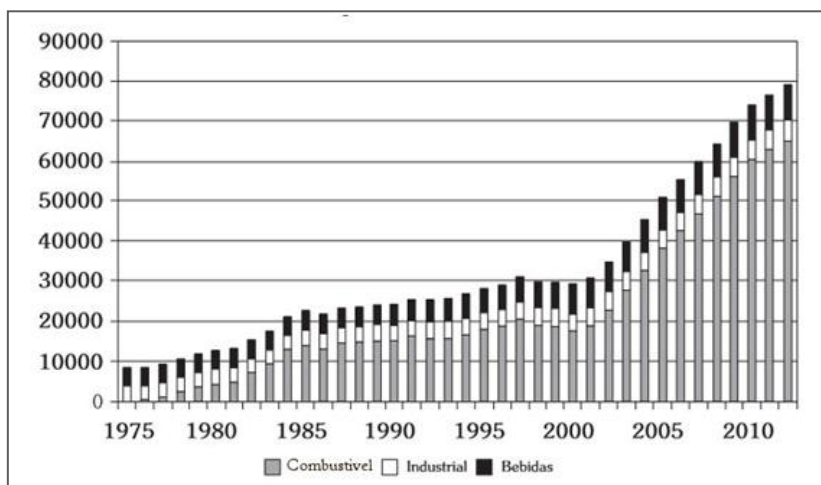
Tabela 3: Principais produtores de etanol em 2008

País	Produção anual (milhões de Galões)	Produção anual (milhões de litros)	Produto Base
Estados Unidos	9.000	34.110	Milho
Brasil	6.472	24.529	Cana-de-açúcar
União Europeia	734	2.782	Milho, Trigo
China	502	1.903	Cana-de-açúcar
Canadá	238	902	Milho, Cana-de-açúcar
Tailândia	90	341	Beterraba, Cereais
Colômbia	79	299	Mandioca, Cana-de-açúcar
Índia	66	250	Mandioca, Cana-de-açúcar
Austrália	26	99	Milho
Total:	17.207	65.215	-

Fonte: RFA, Ethanol Industry Outlook 2009.

A produção mundial de etanol para combustível de transporte triplicou entre 2000 e 2007, de 17.000 milhões para mais de 52.000 milhões de litros. De 2007 para 2008 a percentagem de etanol usado para combustível, relativamente ao nível global de gasolina, aumentou de 3.7% para 5.4% (UNEP, 2009). Segundo a UNEP os principais produtores mundiais de etanol são o Brasil e os Estados Unidos, responsáveis por 89% da produção mundial. O comportamento da produção mundial de etanol segundo o seu uso (combustível, industrial e bebidas) entre 1975 e 2005, assim como as projecções de crescimento, ilustram-se na Figura 5. A Agência Internacional de Energia, IEA, previu em 2009, que o etanol tinha potencial para substituir 10% da

gasolina utilizada no mundo em 2025, chegando a 30% em 2050, em contraste com 2% em 2005 (IEA, 2004).



Fonte: World Fuel Ethanol analysis and Outlook, 2004

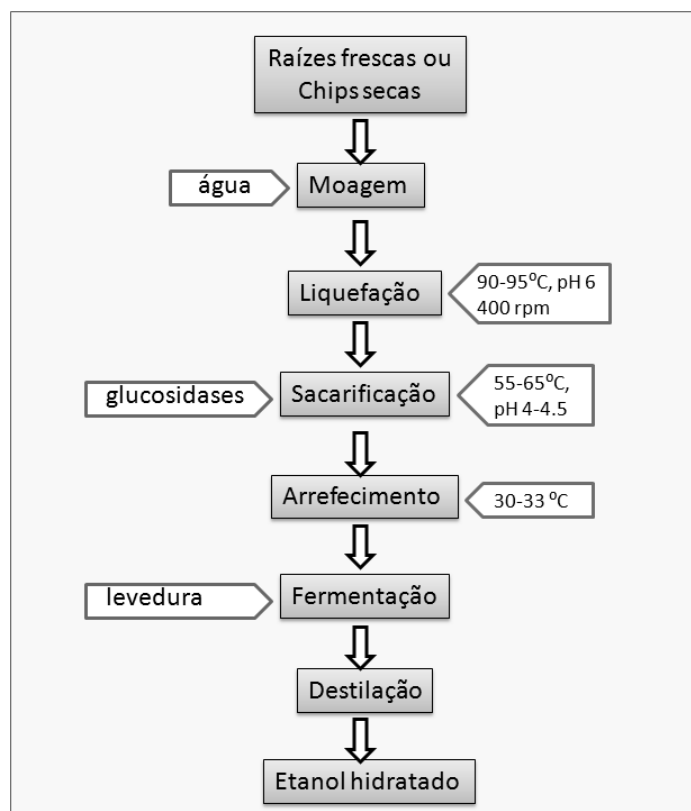
Figura 5: Gráfico de produção de etanol por uso (milhões de litros).

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), o crescimento da produção mundial de etanol conduziu a um decréscimo da procura de petróleo de 1 milhão de barris por dia (RFA, 2009). Com inovações nos mercados e nas tecnologias de produção, muitas nações têm investido em pequenas indústrias de combustíveis renováveis, obtendo-se, em 2008 e segundo a Associação de Combustíveis Renováveis (RFA), um volume recorde de 65.215 milhões de litros de etanol.

2.2.3. Etanol de Mandioca

Desde 1970 que se conhece a produção de etanol de mandioca, nomeadamente no Brasil, mas só recentemente é que investimentos têm sido efectuados nesse âmbito. O etanol de mandioca pode ser obtido a partir de toda a raiz ou a partir do amido dela extraído. A extracção de amido pode ser feita por um processo industrial ou de grande volume e altos rendimentos, ou por um processo tradicional em plantas de pequena e média escala. O processo mais usual e mais rentável usa raízes de mandioca secas ao sol, os "chips" (ver Figura 6). A mandioca fresca é menos usada devido ao seu elevado teor em humidade, o que lhe confere uma rápida deterioração. Durante esta secagem o teor de humidade desce de 70% para 16%, de 2 a 3 dias (Sriroth et al,

2005, Sanchez, 2008). Para produzir etanol de mandioca, as raízes frescas ou as "chips" secas são, inicialmente, moídas e misturadas em água, obtendo-se uma pasta de amido. Esta pasta é, então, liquefeita por enzimas de liquefação a temperatura elevada, por determinado período de tempo. A pasta liquefeita é posteriormente submetida a hidrólise onde o amido é transformado em glicose, por parte de enzimas sacarificadoras a temperaturas amenas. Obtém-se um xarope de açúcar que é arrefecido e fermentado por leveduras. O produto resultante é, por fim destilado e desidratado para se obter o etanol com a concentração necessária.



Fonte: adaptado de Sanchez, 2008.

Figura 6: Fluxograma resumido do processamento de etanol de mandioca

Segundo Cereda et al. (2004), comparada com os cereais, a raiz de mandioca produz álcool de qualidade superior podendo apresentar outras aplicações além de carburante. De acordo com os mesmos autores, a produção de álcool de mandioca pode ser incentivada em regiões onde as condições de solo são impróprias para o cultivo da cana-de-açúcar, mas apropriadas à cultura da mandioca que é pouco exigente em fertilidade. Alvin e Alvin (1979) relatam que a utilização de biomassa para fabricação de combustíveis constitui uma enorme esperança em relação ao futuro das regiões tropicais. Segundo eles, a abundância de energia fóssil foi o factor que,

em última análise, provocou o maior desenvolvimento agrícola das zonas temperadas do globo. E ainda, considerando-se a crise generalizada de combustíveis fósseis e o maior potencial de produção biológica das regiões tropicais, pode-se ter esperança de alcançar uma distribuição mais equilibrada da riqueza do mundo ou mais especificamente, um maior equilíbrio económico entre regiões temperadas e tropicais. Dados da FAO (2008) apontam que, em termos mundiais, a mandioca apresenta maior eficiência na conversão de etanol em relação à beterraba e à cana-de-açúcar, as duas culturas com rendimento agrícola superior, como se pode observar na Tabela 4. Contudo o rendimento do bio-combustível obtido através da mandioca mostra-se inferior aos de baterraba e cana-de-açúcar.

Tabela 4: Comparação de rendimentos de diferentes matérias-primas para a produção de etanol

Matéria-prima	Rendimento agrícola (ton/ha)	Eficiência na Conversão (l/ton)	Rendimento do Bio-combustível (l/ha)
Beterraba	46	110	5060
Cana-de-açúcar	65	70	4550
Mandioca	12	180	2070
Milho	4.9	400	1960
Arroz	4.2	430	1806
Trigo	2.8	340	952
Sorgo (Caule)	1.3	380	494

Fonte: FAO, 2008.

Iniciativas para a substituição de combustíveis fósseis de jazidas não renováveis, por combustíveis de origem renovável, têm sido promovidas por todo o mundo em particular no Brasil. Segundo Hammond (1977), já na década de 70, através do Instituto Nacional de Tecnologias do Rio de Janeiro, o país tinha desenvolvido tecnologias para produzir álcool a partir da mandioca, cujos testes, em escala comercial, tiveram pleno êxito. De acordo com Maschio (2004), o Brasil exporta esta tecnologia para muitos países no Mundo, ganhando maior destaque as exportações para a Tailândia. Numa fase inicial, este país instalou cinco biorefinarias com tecnologia brasileira, com capacidade para produzir 200 mil litros diários de etanol de mandioca, cada uma. A Tailândia é um país maioritariamente importador de combustíveis e a produção de etanol de mandioca é essencial para seus interesses internos.

2.2.4. Bio-energia e segurança alimentar

Entende-se por segurança alimentar de uma população a possibilidade de se ter garantia de disponibilidade de alimentos, de poder ter acesso a esses alimentos de forma física e económica satisfazendo as necessidades básicas, sem qualquer impacte negativo para a saúde (Carvalho, 2006). Mais de 960 milhões de pessoas, no mundo sofrem de fome crónica, e destas, setenta por cento vivem em zonas rurais que, na sua maioria, dependem da agricultura (FAOBEFS, 2009). A produção de culturas para bio-energia é muito criticada pela competição directa por terra, com a produção de alimento, que é responsável por parte do aumento do preço dos alimentos. Sabendo que a maior parte da população pobre do mundo gasta a maior fatia dos seus rendimentos na alimentação, um aumento dos preços dos alimentos afectá-los-á enormemente.

Os autores Müller A., Schmidhuber J., Hoogeveen J. e Steduto P., em 2008, defendem que preocupações comuns, como o esgotamento dos recursos naturais e a continuação dos aumentos dos preços, são injustificáveis. Por um lado, preços dos alimentos mais altos, também significam que a matéria-prima necessária para a produção de bio-energia também fica mais cara, o que limita o uso para tal fim. Por outro lado, não há escassez iminente dos recursos naturais globais, nem de terra, nem de água, que iriam apoiar estas preocupações. Mesmo com uma expansão da população mundial há, globalmente, água e terra suficientes para cultivar quantidades suficientes de biomassa para ambas as produções, de alimentos e de bio-energia." Estes autores, defendem também que o crescimento da procura pela bio-energia terá um efeito negativo e positivo nos alimentos. O aumento do preço dos alimentos pode aumentar a insegurança alimentar entre os pobres urbanos e as populações rurais sem terra, mas pode também estimular o sector da agricultura e criar novas oportunidades para as comunidades rurais. Por outro lado, a bio-energia pode contribuir para o desenvolvimento rural através de um melhor acesso à energia, da substituição dos combustíveis fósseis e da criação de novos empregos, e o investimento na bio-energia pode levar ao aumento da colheita de culturas, tanto energéticas, como alimentares (FAOBEFS, 2009).

2.2.5. Micro-refinarias

“Entende-se por biorefinaria uma unidade produtiva que integra processos e equipamentos capazes de produzir combustível, electricidade e produtos químicos de elevado valor acrescentado, a partir de biomassa” (Monteiro). Esta tecnologia pode ser aplicada com viabilidade técnica, função social, rentabilidade económica e sustentação ecológica (SACHS, 1988). A instalação de micro-refinarias integradas em rede de cooperativas pode gerar auto-suficiência energética rentável ao produtor e ao país, com capacitação da mão-de-obra rural e auto-suficiência alimentar. Além disso, com um uso racional e intensivo de técnicas (agrícolas, pecuárias, florestais e industriais) decorre um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e uma diminuição notável da poluição no meio rural. A produção de etanol hidratado combustível pode ser o ponto de partida para estabelecer processos de desenvolvimento agro-industrial, integrando tecnologias modernas (agronómicas, engenharia de processos, gestão de efluentes e alimentação animal), com potencial para ajudar a incorporar os agricultores na revolução dos bio-combustíveis.

2.2.6. Projecto BIRUS - CLAYUCA/CIAT

O Consorcio Latinoamericano e do Caribe, de Apoio à Investigação e Desenvolvimento da Mandioca (CLAYUCA) criou o projecto BIRUS (Biorefinarias Rurais Sociais), uma iniciativa de investigação e desenvolvimento, em conjunto com o CIAT. Este projecto destina-se à produção de um bio-combustível (a partir de variedades de mandioca, batata e sorgo doce, melhoradas e desenvolvidas pelo CIAT) e a sua utilização à escala local em comunidades de agricultores de regiões marginais de países da América Latina e do Caribe. O conceito de Biorefinaria Rural Social tem como eixo principal a produção de bio-combustíveis e respectivo uso a esta escala, como estratégia para promover auto-suficiência energética, segurança alimentar e desenvolvimento agrícola nas regiões marginais, tal como se pode ver no esquema da Figura 7.

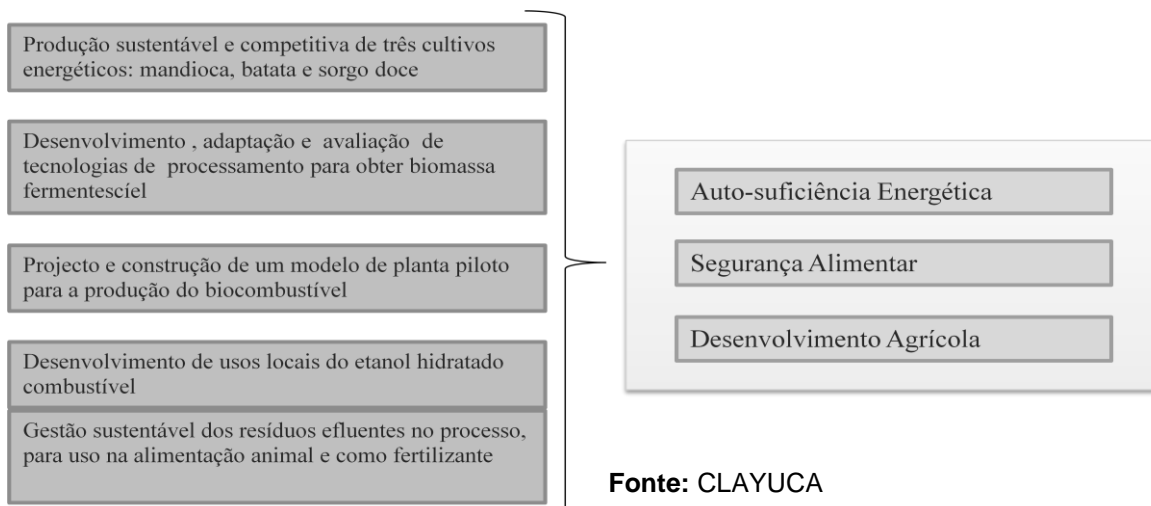
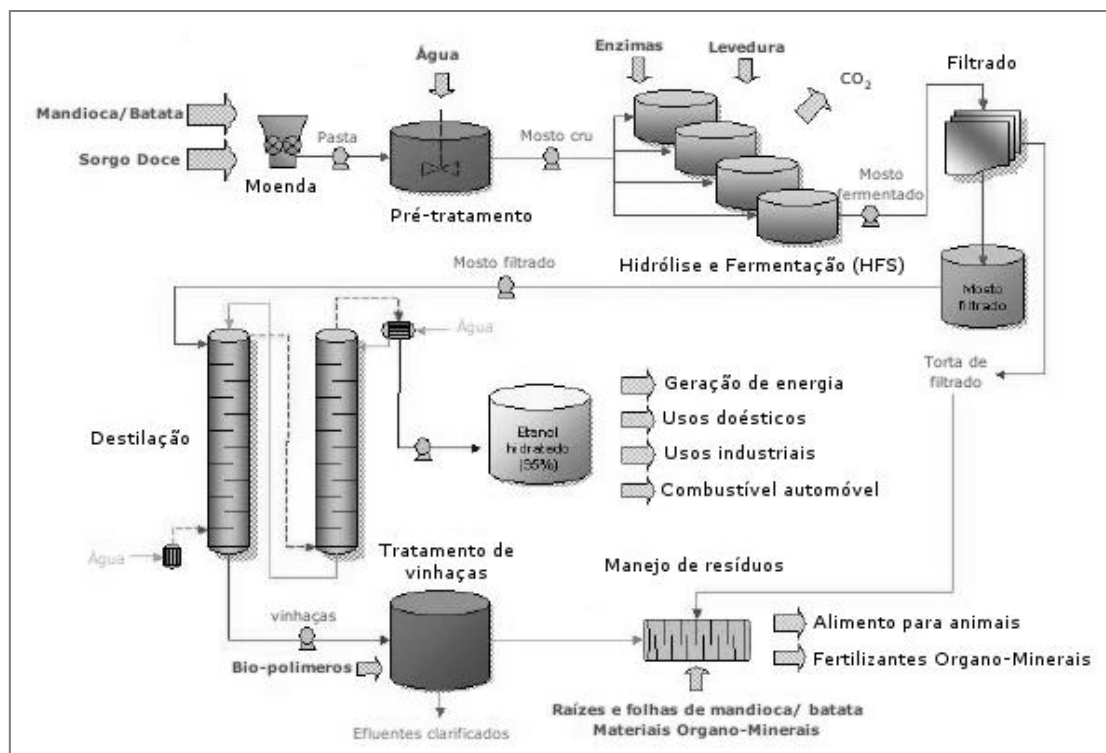


Figura 7: Componentes tecnológicas do projecto BIRUS

Durante 3 anos, o CLAYUCA especializou-se na tecnologia de pequena escala para a produção de bio-etanol a partir de mandioca, sorgo doce e batata. E em Julho de 2009 foi inaugurada, no CIAT uma planta piloto de produção de etanol, em pequena escala, cuja principal vantagem é a de assentar numa tecnologia de baixo custo e de fácil operação para as comunidades alvo. Esta planta tem uma capacidade de produção de 500 litros de etanol hidratado por dia, com uma concentração de 96% e que permite accionar uma planta estacionária para obter energia eléctrica a 110 e 220 volts. Um consumo de 4 litros de etanol hidratado gera uma hora de energia eléctrica. Durante uma hora de trabalho podem-se gerar entre 8,000-10,000 watts, dependendo do tipo de gerador que se utilize. O processo de produção de etanol levado a cabo no projecto BIRUS, e sobre o qual incide o estudo, é representado na Figura 8.

“Se uma comunidade rural que não disponha ainda de ligação aos serviços de energia eléctrica, destinar entre 3 a 5 hectares para a produção de mandioca como cultivo energético, esta produção seria suficiente para proporcionar energia eléctrica todos os dias do ano, por um período de 6 horas diárias” (Ospina, 2009). Os mesmos resultados também se poderiam obter com outras culturas como o sorgo sacarino e a batata-doce, se considerarmos que, segundo as Nações Unidas (2008), ainda existem 2 mil milhões de pessoas no mundo sem qualquer acesso a energia eléctrica, o potencial de impacto deste enfoque é muito grande.



Fonte: CLAYUCA, 2009.

Figura 8: Fluxograma para a produção de etanol hidratado

O processo de produção de etanol realizado neste projecto, inicia-se com a moenda das raízes de mandioca e/ou batata, cortadas e secas, até formar uma pasta (no processo com o sorgo-doce utiliza-se o suco extraído do caule principal). Esta pasta ou suco extraído entra numa etapa de pré-tratamento, onde é imersa água e se ajustam as condições óptimas de processamento (pH, temperatura e condições das enzimas utilizadas). Nesta proposta, o processo de hidrólise, que se seguiria no "processamento padrão" ao pré-tratamento, realiza-se em simultâneo com a fermentação (processo de hidrólise e fermentação simultânea - HFS), utilizando enzimas amilo e gluco-hidrolisáveis à temperatura ambiente. No processo HFS, e numa só etapa, o amido é hidrolisado em glicose, e esta, por sua vez é convertida em etanol e CO₂ por acção da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e sobre as mesmas condições (30°C e pH entre 4 e 4,5), contribuindo significativamente para poupar tempo e energia durante o processo (CLAYUCA, 2009). O mosto fermentado, resultante do processo HFS, é filtrado e, de seguida, destilado, onde o etanol é evaporado a 78°C. Os vapores de etanol são capturados e condensados, obtendo-se, de um lado, bio-etanol com 95-96% de pureza, e de outro, um resíduo orgânico líquido, de nome vinhaças. De cor escura, odor característico das fermentações doces, com um sabor amargo resultante da fermentação de hidratos de carbono (amido, açúcar), a vinhaça é composta em grande percentagem por água, sais minerais,

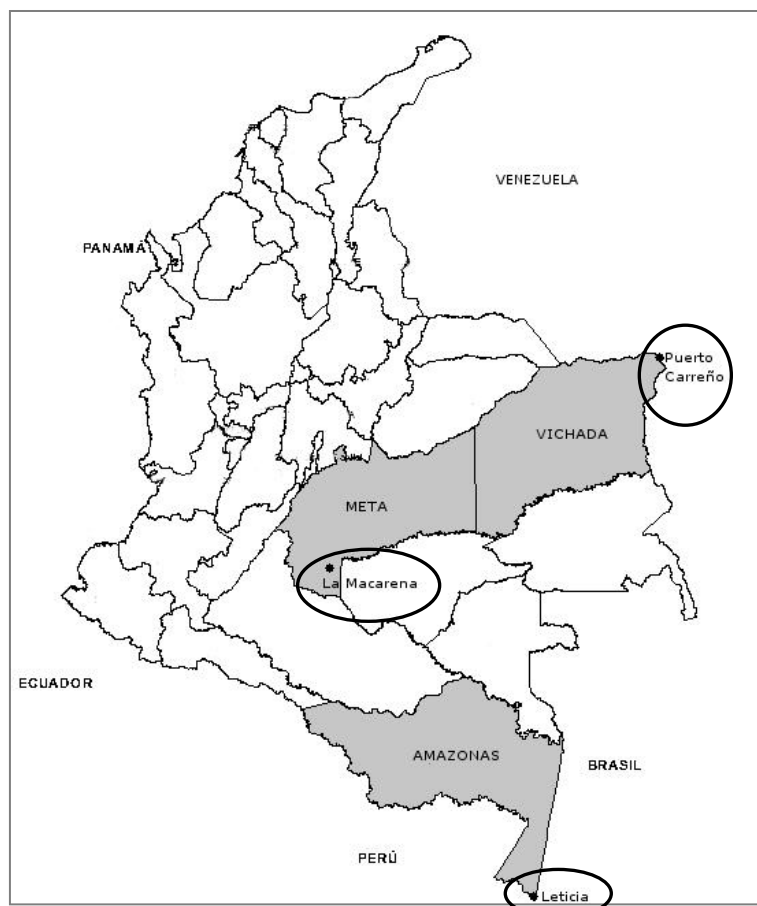
matéria orgânica (leveduras mortas) e constituintes não fermentáveis da matéria-prima, com valores de pH muito baixos (Ospina et al., 2007). O tratamento das vinhaças, utiliza a tecnologia dos polímeros de origem biológica ou química para eliminar o conteúdo orgânico destes efluentes e utilizar esta carga orgânica para formular produtos para uso na alimentação animal e para fertilizantes. Os efluentes clarificados podem ser reutilizados no processo, para rega. O etanol produzido pode ser utilizado em equipamentos devidamente adaptados para o seu uso, como fogões de cozinha, geradores de energia eléctrica, motores e outros mecanismos de utilização local nas comunidades rurais. O acesso à energia eléctrica, permitirá que essas comunidades estabeleçam processos de transformação e que acrescentem valor aos seus produtos agrícolas, podendo assim vincular-se com mercados que lhes permitam obter maiores receitas, melhorar a segurança alimentar e a qualidade de vida.

3. Metodologia

Este estudo foi estruturado de forma a testar a viabilidade técnica e económica do projecto BIRUS em três regiões da Colômbia, utilizando a mandioca como matéria-prima, para promover a auto-suficiência energética onde esta é escassa ou muito custosa. Em cada uma das três regiões realizou-se uma saída de campo, com uma semana de duração onde se efectuaram entrevistas rápidas a especialistas locais para conhecer os mercados da mandioca, de energia eléctrica e de combustíveis locais (anexo 1). Posteriormente determinou-se a demanda potencial que as biorefinarias deveriam satisfazer, os possíveis custos de produção, preços de venda, entre outros aspectos relevantes no mercado de energia eléctrica e de combustíveis local. Por outro lado fez-se um diagnóstico dos sistemas de produção de mandioca, analisando a sua cadeia produtiva para determinar a capacidade de resposta aos requisitos do projecto e a que custo. Para a realização da análise económica, determinou-se o fluxo de caixa que geraria o projecto em questão para um período de 20 anos, através de um levantamento de todas as despesas e receitas geradas desde a recepção de matéria-prima até à venda do produto final. Por fim, foram calculados o Valor Actual Líquido (VAL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR),

3.1. Caracterização das zonas de estudo

Como áreas de influência de estudo, foram seleccionadas três cidades colombianas, localizadas em três departamentos diferentes, La Macarena em Meta, Puerto Carreño em Vichada e Letícia em Amazonas (ver Figura 9). A selecção destas três zonas foi feita com base em critérios como carência em energia eléctrica, custos elevados de combustíveis, população rural, indicadores produtivos de mandioca relevantes para a economia da região.



Fonte: Adaptação a mapa de Instituto Geográfico Augustín Codazzi – SIG-OT.

Figura 9: Mapa de Colômbia dividido por departamentos, com os departamentos e respectivas regiões onde inciduiu o estudo, em evidência

3.1.1. Puerto Carreño

Município e Capital do departamento de Vichada com 12.409 km² de superfície coberta de planícies e rios, dos quais apenas 7,5 correspondem a área urbana onde vive cerca de 80% da população total do município, 14.276 habitantes em 2009 (IGAC, 2009). Distanto 860 km da capital do país, Puerto Carreño situa-se junto a fronteira com a Venezuela, na zona de confluência de dois grandes rios, Meta e Orinoco, cujo porto fluvial constitui um importante ponto de tráfego de pessoas e mercadorias com o resto do departamento e também com a cidade venezuelana de Puerto Paéz. As vias terrestres são utilizáveis apenas nas estações quentes, mas em muito más condições.

As actividades económicas de maior importância na região são a produção de gado bovino, a pesca ornamental, e agricultura e a exploração mineira de ouro e prata. A

produção de gado bovino é extensiva e a agricultura é de auto-consumo, com cultivos de mandioca, banana e algodão. Historicamente, desde os tempos onde apenas indígenas ocupavam as terras, que a base de alimentação regional consistia em mandioca, bem como em carne e banana, contando, por isso, com uma grande experiência no cultivo da mandioca.

3.1.2. La Macarena

Situada no departamento de Meta, 280 km a sul de Bogotá, La macarena é uma cidade ou município com uma extensão de 11.229 km² e uma população aproximada de 27.500 habitantes, dos quais apenas 4000 vivem em área urbana, que por sua vez corresponde a 213 km² de extensão (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009). As principais actividades económicas do município são a agricultura e a produção de gado bovino. A agricultura da região está representada pelo cultivo de mandioca, arroz, sorgo, milho, cana-de-açúcar, plátano, cacau e algodão. Conforme o IGAC, Meta é o departamento colombiano que apresenta maior índice de rendimento produtivo de mandioca.

3.1.3. Letícia

Letícia, capital do departamento de Amazonas, é a cidade mais a Sul da Colômbia. Apesar de estar muito distante dos principais centros urbanos do país, sem comunicação por via terrestre, constitui um importante elo de ligação comercial com o Brasil e o Peru, já que se localiza na margem do rio Amazonas e no ponto de tripla fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru. Letícia tem um grande crescimento demográfico e forma tecnicamente uma única cidade com a cidade brasileira de Tabatinga.

Segundo o Instituto Geográfico Augustin Codazzi (IGAC), actualmente reúne pouco mais de 39.300 habitantes, cerca de 60% da população total do departamento, na sua maioria indígenas. É o departamento colombiano onde se podem encontrar mais comunidades indígenas, não fosse ele parte da selva amazónica que bem se conhece. A pesca e a agricultura são as principais actividades económicas, seguidas pela caça e produção de artesanato que tem vindo a crescer com o turismo. A agricultura assenta num sistema de produção em chagras tem como principais cultivos a

mandioca doce e amarga, a banana, a cana-de-açúcar, o milho, o inhame, a granadilha, o ananás e outros.

A chagra é um sistema de policultivos tradicionais, muito utilizado pelos indígenas. Com uma área média de 1 hectare desprovida de coberto vegetal, utiliza-se para a prática da chamada agricultura de tumba e queima. É utilizada durante 3 a 5 anos, até esgotar o solo e depois é abandonada por um período de 7 a 20 anos ou mais, durante o qual se dá a recuperação do solo e também o desenvolvimento de espécies perenes que ficaram no terreno (Cuenta, 2009).

3.2. Parâmetros adoptados na simulação

3.2.1. Parâmetros agrícolas

Inserindo os agricultores no projecto como fornecedores da matéria-prima principal, as raízes de mandioca, analisaram-se parâmetros como a área disponível, hábitos, custos e usos da produção, bem como necessidades e opiniões sobre a cadeia produtiva de mandioca em cada região e interesse em colaborar com o projecto.

3.2.2. Parâmetros da biorefinaria

A refinaria ficaria situada em área rural junto às comunidades de agricultores que se encarregariam de levar o produto até ao local e que seriam os principais compradores do etanol de modo a se tornarem auto-suficientes energeticamente. A venda do etanol far-se-ia no local de produção em depósitos trazidos pelo comprador.

Como primeira etapa de todo o processo surge a transformação de raízes de mandioca frescas em farinha refinada, de que resulta o primeiro subproduto que consiste em raízes e cascas de peso equivalente a 9% do peso total das raízes. Este subproduto, de nome "desperdícios", pode ser aproveitado para alimentação animal, e por isso sugere-se que seja vendido como tal, constituindo uma pequena fonte de receita extra.

A biorefinaria utilizada para este estudo teria uma capacidade de produção de 25 litros por hora de etanol hidratado com 96% de pureza, utilizando como substrato o amido

de cerca de 460 quilogramas de raízes de mandioca processadas em farinha refinada. O processo de produção funciona sob um sistema de fluxo contínuo, ou seja, os processos de hidrólise e fermentação ocorrem simultaneamente e com utilização de enzimas e leveduras à temperatura ambiente (de 28 a 32°C). O mosto fermentado obtido vai ser então destilado, obtendo-se etanol hidratado por um lado, e por outro o subproduto principal do processo, as vinhaças. Estas, depois de tratadas, podem ser processadas para alimento animal ou para fertilizante agrícola. Para este nível de produção a biorefinaria consome 17.960 kg de mosto (produto fermentado e pronto para a destilação) para produzir 1.000 litros de etanol hidratado, sendo este o referencial utilizado para definir as necessidades em matérias-primas.

A determinação dos custos operacionais, sua quantificação e valorização foram calculadas, para cada região, em Col\$/1000 litros de bio-etanol produzido, e complementadas com dados fornecidos por CLAYUCA. Os custos das matérias-primas: enzima, levedura, ácido clorídrico e ureia, são os preços de Bogotá com o custo de transporte da região adicionado, os restantes custos (água e madeira são preços locais). Estas matérias-primas apenas se produzem em Bogotá e especificamente para a ureia, ácido clorídrico é necessária uma autorização de transporte, devido à sua utilidade no fabrico de cocaína.

Foram projectadas 24 horas de funcionamento por dia, 20 das quais em produção e as 4 horas restantes para manutenção, durante 28 dias por mês e 12 meses por ano, supervisionadas por dois funcionários em permanência. No total estima-se que seriam necessários 6 funcionários divididos por 3 turnos de 8 horas diárias.

Para o fornecimento de energia eléctrica ao processo propôs-se um gerador a biogás ou a etanol, que consome por hora de trabalho 3.4 litros de etanol ou 4m³ de biogás. Optou-se por considerar o etanol produzido pela refinaria como combustível para esta planta eléctrica, o que representa 15% da produção.

A etapa de processamento das vinhaças não se incluiu na análise devido ao facto da inexistência de dados de produção, uma vez que ainda estão a ser estudados pelo CLAYUCA.

3.2.3. Parâmetros económicos

Para cada uma das três localidades começou por ser calculado o investimento inicial necessário á implementação do projecto. Em seguida foi feita uma análise de custos de produção, de onde se depreende, á partida a viabilidade do projecto. Como tal

foram comparados os resultados desta análise entre as três localidades e escolhida a localidade cujo custo de produção por litro de etanol se aproxima mais do custo de combustível. Feito isto, prosseguiu-se a uma avaliação projectada para um período de 20 anos, com inflação considerada homogénea. Foi estipulada uma Taxa Mínima de Atractividade (TMA) de 4% ao ano baseada nas taxas de juro dos bancos colombianos, para investimentos deste tipo.

No investimento inicial inclui-se o custo de aluguer ou compra do terreno, de um armazém para matérias-primas e equipamento necessário ao funcionamento da bio-refinaria. Assim como um tanque de armazenamento de 10.000 litros (para o etanol hidratado) e uma báscula de 10 toneladas (para a recepção de raízes de mandioca), impostos pré-operacionais, custos de obras complementares para sedes administrativas e instalações sanitárias.

Considerou-se um valor conjunto de todos os equipamentos da biorefinaria: de produção de farinhas, produção de etanol hidratado e de gestão de efluentes para a elaboração de suplementos nutricionais para gado, com um peso conjunto total de 3.5 toneladas pelo qual se pagaria o custo de transporte diferente para cada região.

O custo dos equipamentos da destilaria e de processamento da matéria-prima (limpeza, moagem, e trituração) foi depreciado em 10 anos, dando-se um reinvestimento no 11º ano no valor de 40 % do investimento inicial. Foi definido um valor de mercado final de 20% para todos os equipamentos.

Toda a mão-de-obra envolvida na operação da biorefinaria foi considerada existente nas localidades, não havendo a existência de veículos empregáveis no processo, sendo remunerada com um salário mínimo nacional por pessoa (515.000 pesos colombianos ou 281 dólares americanos). Quanto às remunerações de trabalho administrativo foram definidos valores adequados para cada cargo, conforme a legislação vigente do país, gerente, economista, secretária e vigilante, por ordem decrescente de remuneração, onde o vigilante recebe o salário mínimo nacional.

Relativamente aos custos fixos, na área administrativa considerou-se um Gerente, uma secretária, um contabilista auxiliar, um vigilante nocturno e os serviços públicos inerentes nesta área, bem como gastos de papelaria e imprevistos. Consideraram-se os custos de manutenção de equipamentos, estipulados a partir de uma percentagem de 5% dos custos totais variáveis, os custos pré-operacionais (certificados e seguros) e, por ultimo o custo de arrendamento (se for o caso) do terreno necessário para implementação da bio-refinaria. Caso seja possível a compra do terreno, o custo respectivo seria incluído apenas no investimento inicial.

3.3. Avaliação de consumos da biorefinaria piloto de CLAYUCA

3.3.1. Energia

De acordo com Assis, 2009, o conteúdo energético de um litro de etanol de mandioca corresponde a 23,375 MJl⁻¹ ou 6,493 kWh, bem como um litro de etanol de cana-de-açúcar e de milho.

Consoante valores disponibilizados por CLAYUCA durante a investigação, a micro-refinaria piloto consome um total de 0.386 kWh para produzir 1 litro de etanol de mandioca, dos quais 0.184 kWh são para a produção de farinha e 0.201 kWh para a produção de etanol propriamente dita.

3.3.2. Matérias-primas

Para a produção de etanol a partir de raízes de mandioca frescas a primeira etapa a considerar é a produção de farinha refinada, que segundo parâmetros previamente estabelecidos por CLAYUCA apresenta um factor de conversão de 3,5 de Mandioca fresca para 1 de Farinha refinada. Deste processo, cerca de 9% do peso total de raízes frescas de mandioca, corresponde a cascas e fibras considerados desperdícios. A farinha refinada de mandioca é extraída das raízes da planta, que entram numa lavadora-picadora, onde se eliminam pedaços de terra e barro aderentes às raízes, mediante lavagem e destroçamento simultâneos, de onde se obtêm pequenos pedaços de mandioca. Estes pedaços ou troços de mandioca são então submetidos a uma desidratação por secagem, e quando secos, são submetidos a moagens sucessivas e crivagem até se obter o diâmetro desejado das partículas. Esta farinha é composta por grandes quantidades de hidratos de carbono e amido, disponíveis em cerca de 86%, por sua vez representam o substrato base para o processo de hidrólise e fermentação. Partindo então da farinha refinada de mandioca e entrando directamente na etapa de fermentação e hidrólise, há que considerar as matérias-primas requeridas para o processo:

Enzimas: Nesta fase actuam as enzimas cujo nome comercial é *Estargen*, estas enzimas hidrolisam o amido granular e trabalham em processos com baixos requerimentos de energia e de temperatura (não é necessária cozedura). *Estargen*

constitui um complexo de enzimas formado pela α -amilase e pela glucoamilase que rompem os grânulos de amido hidrolisando-os em açúcares fermentescíveis

Levedura: Para a fermentação utiliza-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, de nome comercial *Ethanol Red*, esta é uma linhagem de leveduras especialmente seleccionada, que foi desenvolvida para a indústria do etanol. Apesar de ter sido desenhada para a produção de álcool a temperaturas elevadas, actua em um amplo intervalo de temperaturas (30°C a 40°C) que inclui a temperatura ambiente nas regiões tropicais.

Ácido Clorídrico (HCl): Usado para regular o pH da fermentação

Ureia: Usada como substrato nitrogenado para possibilitar o crescimento da levedura durante a fermentação.

Água: Antes de se iniciar o processo de Hidrólise e fermentação adiciona-se água em grande quantidade que serve de meio para todas as reacções dessas etapas se tornarem possíveis.

Madeira: Usada como combustível para a caldeira geradora de vapor com grande heterogeneidade no respeito à proveniência como, resíduos de construção, poda, e corte de árvores, entre outros.

Na Tabela 5 apresentam-se as quantidades necessárias de matérias-primas para produzir 1.000 l de etanol com a biorefinaria do projecto CLAYUCA.

Tabela 5: Balanço de matérias-primas necessárias para produzir 1000 litros de etanol

Matérias-primas:	Unidade	Quantidade
Raízes frescas de mandioca	Kg	10.120,0
Ureia	Kg	7,2
Enzima STARGEN	Kg	14,4
Levedura (<i>Ethanol Red</i>)	Kg	9,6
Ácido Clorídrico	L	24,0
Água	m ³	14,7
Madeira	Kg	851,2

Fonte: Dados de CLAYUCA

Comparando com os valores da FAO referidos anteriormente na tabela 4 nota-se que este processo de produção poderia ser mais eficiente, já que apresenta um

rendimento de conversão de cerca de 100 litros por tonelada que segundo a FAO pode chegar aos 180 litros por tonelada.

3.4. Estudo de viabilidade técnica e económica

O estudo de viabilidade é a análise detalhada que pretende, não só, identificar e fortalecer as condições necessárias para o projecto em questão resultar, mas também, identificar e tentar neutralizar os factores que podem dificultar as possibilidades de êxito do projecto (Kraychete,1997). Como tal, este estudo deve ser feito antes de se iniciar a actividade económica projectada e deve considerar as questões estritamente económicas (viabilidade económica) e as relações que as pessoas envolvidas no projecto vão estabelecer entre si, as tarefas, compromissos e responsabilidades a serem conjuntamente assumidos (viabilidade técnica).

3.4.1. Ferramentas utilizadas na análise económica

Taxa Mínima de Atractividade (TMA):

A taxa mínima para aceitação do investimento (também conhecida como taxa de desconto) é o elo entre as medidas de valor e a decisão, por considerar o valor do dinheiro no tempo e por reflectir o custo de oportunidade dos recursos destinados ao investimento. Para o investidor representa a taxa mínima que se propõe a ganhar quando faz um investimento, para o tomador de empréstimo é a taxa máxima que se propõe a pagar quando faz um financiamento (Marchetti, 1995).

Valor Actual Líquido (VAL):

O Valor Actual Líquido (VAL) revela uma expectativa de ganho de capital acima (se positivo) e abaixo (se negativo) do retorno mínimo esperado, considerando a taxa de desconto (TMA). Recomenda-se a aceitação do empreendimento, quando o Valor Actual Líquido for igual ou maior que zero e rejeita-se nos casos em que o VAL for negativo (Marchetti, 1995).

Tratando-se o VAL de uma medida de valor que requer a definição de uma taxa de desconto, não há um único valor presente líquido, mas inúmeros, um para cada taxa de desconto considerada. Entretanto, a uma taxa de desconto apropriada, o VAL é a

medida de mérito que oferece maior segurança na decisão, porque supõe que os fluxos gerados possam ser reinvestidos à taxa de desconto considerada, e por levar em conta o investimento inicial e o respectivo custo de oportunidade. Calcula-se o VAL pela equação abaixo:

$$VAL = \textit{Investimento Inicial} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1 + TMA)^t}$$

Legenda:

VAL= Valor Actual Liquido

F_t = Fluxo de caixa do período t (receitas - despesas)

$t(1;N)$ = período abrangido pelo projecto

TMA = taxa de desconto (TMA definida pela empresa)

O VAL considera no processo de cálculo o valor do investimento inicial e o seu custo alternativo. Em consequência, permite comparar alternativas de investimentos e estabelecer uma ordem de preferência, para escolha entre alternativas, e uma ordem métrica, para indicar quanto uma alternativa é mais atractiva que outra. Estas características fazem do VAL a medida de mérito mais aceitável de decisão em investimentos, que melhor descreve a percentagem de lucros de um investimento e mais consistente em considerar a maximização dos lucros para a tomada de decisão.

Taxa Interna de Retorno (TIR):

Segundo Buarque (1984), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de remuneração do capital investido no projecto. Encontrar a TIR de um investimento é o mesmo que encontrar a sua potência máxima, o potencial de remuneração que o investimento oferece. Em termos práticos, encontrar a TIR é encontrar a taxa de juros que permite igualar receitas e despesas na data zero, transformando o Valor Actual do investimento em zero. Isto porque, ao deslocarmos os valores existentes no fluxo de caixa referentes a determinado investimento para este momento, está-se, na verdade, a extrair desses valores os juros neles embutidos desde a data zero até seu vencimento efectivo.

O cálculo da TIR não exige o emprego de uma taxa mínima de desconto (TMA). Contudo, para efeitos de decisão, deverá ser comparada a uma taxa de desconto, recomendando-se a aceitação do investimento se a taxa interna de retorno esperada

for igual ou maior que a taxa de aceitação definida. Da relação seguinte, obtém-se a TIR:

$$VAL = 0 = Investimento\ Inicial + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1 + TIR)^t}$$

Legenda:

VAL= Valor Actual Liquido

F_t = Fluxo de caixa do período t (receitas - despesas)

$t(1;N)$ = período abrangido pelo projecto

O emprego da TIR em decisões está associado a algumas desvantagens. Considerando que somente em casos raros a TIR representará a taxa de reinvestimento dominante, não fica assegurado que os fluxos excedentes esperados possam ser reinvestidos à mesma taxa TIR, senão a uma taxa inferior. Em outra consideração, mais de uma TIR pode ser obtida de um mesmo fluxo de caixa quando os fluxos líquidos envolverem duas ou mais inversões de sinal. A taxa interna de retorno (TIR), por ser expressa em percentagem, é de mais fácil visualização e interpretação. A TIR é suficiente para decidir a aceitação ou rejeição de um empreendimento isolado, mas não é suficiente quando se tratar da escolha entre várias alternativas. Neste último caso, deixa de ser medida satisfatória. A TIR mais elevada não mostra sempre a melhor escolha, pois a maior taxa nem sempre significa o maior retorno financeiro, sem considerar o VAL. O tamanho das alternativas comparadas foi eliminado no processo de cálculo (Marchetti, 1995).

Pay-back:

O método pay-back representa o período de recuperação do investimento inicial. É obtido calculando-se o número de anos que será necessário para que os fluxos de caixa futuros acumulados igualem o montante investido inicialmente no projecto. Uma vez determinado, se este prazo de recuperação for um período aceitável pelos proprietários, então o projecto será efectivado, caso contrário será descartado (Fonseca, 2002). Este método é aplicado de duas formas: pay-back simples e pay-back descontado. A principal diferença entre os dois é que o pay-back descontado considera o valor temporal do dinheiro, ou seja, actualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro ou a uma TMA específica, trazendo os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação. A simplicidade

no uso deste critério é tal que um grande número de empresas ainda o utiliza, muitas vezes como único critério de selecção de investimentos. A falha neste facto é a de utilizá-lo como um critério de rentabilidade, quando na verdade, ele se caracteriza mais como uma medida de liquidez do capital investido em um projecto (Galesne, 1999).

4. Resultados e discussão

4.1. Parâmetros locais

Parâmetros como energia eléctrica disponível localmente, consumos locais de energia eléctrica e de combustíveis e, preços locais dos combustíveis consideraram-se relevantes para o calculo da demanda potencial que a biorefinaria poderia satisfazer.

Em termos energéticos a cobertura em zona rural é de 5% em Letícia e La Macarena e 95% em Puerto Carreño, em zona urbana corresponde a aproximadamente 100 % para as três regiões. A cobertura energética em Letícia e Puerto Carreño corresponde a um subministro de energia de 24 horas diárias, já em La Macarena são subministradas apenas 11,6 horas diárias de energia, variando consoante é dia útil, feriado ou fim-de-semana. É também em La Macarena que existe um maior número de habitantes sem acesso á energia eléctrica como se pode observar na Tabela 6.

Tabela 6: Número de habitantes com e sem acesso à energia eléctrica em cada região.

	Puerto Carreño		La Macarena		Letícia	
	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
População	2828	11448	23514	4000	14659	24655
População com acesso à energia eléctrica	2687	11334	1175,7	4000	8795	24655
População sem acesso à energia eléctrica	141	114	22338	0	5864	0

Fonte: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, SIG-OT

O consumo de combustível, surge nestes parâmetros na medida em que poder-se-á misturar o bioetanol com a gasolina, substituindo até 30% desta, ou mesmo substituir os combustíveis pelo etanol se o preço deste for competitivo com os preços dos combustíveis locais. Como tal, apresentam-se na Tabela 7 os volumes totais de combustíveis comercializados, bem como os preços locais desses combustíveis.

Tabela 7: Volumes comercializados e preços de combustíveis nas três regiões.

	Puerto Carreño		La Macarena		Letícia	
Combustíveis	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo
Volume comercializado total (l/mês)	113.700	117.490	379.000	379.000	541.970	253.930
Volume comercializado em zona urbana	Sem info.	Sem info.	189.500	189.500	Sem info.	Sem info.
Volume comercializado em zona rural	Sem info.	Sem info.	189.500	189.500	Sem info.	Sem info.
Preço (US\$/l)	0,92	0,85	1,41	1,17	1,17	0,67

Fonte: Dados obtidos nas entrevistas referentes às cadeias de combustíveis de cada região.

Os combustíveis em La Macarena apresentam os preços mais altos, pela sua localização distante dos centros urbanos e por não ser capital departamental, como o são Puerto Carreño e Letícia. Já Puerto Carreño, apresenta os preços dos combustíveis mais baixos devido ao facto de no país vizinho, Venezuela, se vender gasolina a 0.21 US\$/l, o que propicia o contrabando em Puerto Carreño, e portanto o controlo de subida do preço local da gasolina.

Ao conhecer-se a produtividade da biorefinaria, a sua demanda potencial identificou-se visualizando separadamente duas hipóteses consideradas abaixo, mas que na realidade podem ocorrer simultaneamente.

Hipótese 1: Considerando um pequeno gerador de energia alimentado a etanol que para produzir 1 hora de energia consome 3,8 litros de etanol prevê-se que por dia podem-se gerar no máximo 131.58 horas de energia (consumindo 500 litros de etanol por dia), o que é o mesmo que dizer que 26 famílias passariam a ter acesso a 5 horas diárias de energia eléctrica todo os dias do ano. Comparando estes dados com os dados populacionais referidos em cima e considerando o agregado familiar composto em média por 4 pessoas tem-se que seria possível o acesso a energia eléctrica para 74 % da população rural de Puerto Carreño, 0,5 % da população rural de La Macarena e 2 % da população rural em Letícia.

Hipótese 2: Como hipótese secundária, ao considerar os volumes comercializados de combustíveis, propõe-se o uso de etanol misturado com gasolina até 30%. Assim sendo, poderia utilizar-se esta mistura em 12.3 % do volume gasolina comercializado em Puerto Carreño, 7.3 % do volume de gasolina comercializado em zona rural em La Macarena e 2.5 % do volume de gasolina comercializado em Letícia.

4.2. Parâmetros Agrícolas

As três regiões em estudo apresentam condições edafo-climáticas ideais para o cultivo de mandioca, e por isso esta é uma das principais culturas agrícolas nestas regiões. Ao aprofundar este tema notou-se que a produção de mandioca nestas regiões é, regra geral, apenas para auto consumo, correspondendo a menos de um hectare por produtor. A razão pela qual isto acontece deve-se ao facto de não haver mercado para onde escoar a produção. Em Puerto Carreño, quase todos os produtos comercializados vêm de fora, e pelas dificuldades das vias de acesso os preços dos alimentos são muito altos.

No que respeita à variedade mais produzida em cada região, não foi possível a sua determinação, uma vez que uma mesma espécie tem um nome diferente consoante a região. Assim sendo, o método de sondagem não é suficiente para saber que espécies se utilizam, seriam necessárias análises de campo específicas. Em Letícia, um estudo de Sinchi (Instituto Amazónico de Investigación científica), em parceria com a associação de agricultores AGROVARZEA, determinou que espécies são cultivadas na região, caracterizando-as quanto aos usos tradicionais e industriais, e analisando esse estudo concluiu-se que a variedade utilizada mais adequada seria a Piririca com um rendimento de 14.66 toneladas por hectare.

Para abastecer a biorefinería durante um ano seriam necessários cerca de 1700 toneladas de raízes de mandioca por ano. Tendo como valores de referência de rendimento de produção entre 12 e 15 toneladas por hectare, e respeitando as características agronómicas da cultura, seriam necessários entre 113 a 141 hectares em produção em cada região tal como se mostra na Tabela 8. Inquirindo os agricultores acerca da respectiva área agrícola, tem-se que a área ocupada representa em média 0.4% da área total própria em Puerto Carreño, 20% em La Macarena, e 44% em Letícia. Observando estes valores na tabela 8 depreende-se que existe área mais que suficiente para abastecer a biorefinaria de raízes de mandioca.

Tabela 8: Área agrícola disponível e necessária para produção de mandioca em cada uma das regiões.

Local	Puerto Carreño	La Macarena	Letícia
Nº de agricultores	50	234	70
Área total média (ha)	2000	120	25
Área média com mandioca (ha)	1	1	1
Área média com outros cultivos (ha)	7	25	10
Área média disponível (ha)	1992	94	14
Área total média disponível (ha)	99600	21996	980
Rendimento (ton/ha)	12	15	14.6
Área necessária em produção (ha)	141	113	116

Fonte: Dados recolhidos nas entrevistas aos agricultores das três regiões

Após o levantamento dos custos de produção, com os agricultores nas diferentes regiões, considerou-se um custo de produção médio de 600.000 Pesos Colombianos (321US\$) por hectare. Considerando os rendimentos produtivos médios de cada região estimou-se que se pagariam 40.000 Pesos Colombianos (21US\$) por tonelada de raízes de mandioca aos agricultores locais. Estes, para além de passarem a ser auto-suficientes em termos energéticos, poderiam aumentar os rendimentos de produção ao apostar no melhoramento das técnicas de produção. Para uma visão de maiores lucros para o agricultor, a introdução de variedades de mandioca mais produtivas seria uma hipótese a considerar, sem descorar a formação técnica já referida.

Para que os agricultores possam colaborar no projecto como fornecedores de matéria-prima, para além de posse de área sugere-se que estejam ligados a uma associação de produtores de modo a receberem formação e apoio. Em La Macarena existem duas associações, com 234 associados no total, empenhadas em desenvolver a região, de tal modo que no início do próximo ano deverá haver um tractor para partilhar entre os associados, que substituirá a lavoura manual. Esta era uma condição imposta por todos os agricultores entrevistados de La Macarena para colaborar no projecto. Em Letícia existe também uma associação de agricultores, com cerca de 70 associados, de nome AGROVARZEA interessada em colaborar no projecto. Já em Puerto Carreño não existe nenhuma associação de agricultores, apenas de produtores de gado bovino, actividade económica com mais ênfase na região. Mas, segundo o secretário de planeamento do departamento, o Engenheiro Julio Cesar Flores, já faz parte dos planos para o próximo ano, a criação de uma associação de produtores de mandioca.

4.3. Parâmetros Económicos

4.3.1. Investimento Inicial

Relativamente ao investimento inicial, os únicos parâmetros que variam consoante a região, como mostra o anexo 2, são os custos de terreno e de transporte de equipamento, que juntos representam menos de 1% nas três regiões.

Quando se fala em regiões isoladas com necessidades elevadas de importação, o custo de transporte de mercadorias ganha muita importância uma vez que encarece qualquer produto. Em La Macarena e Letícia cobram-se 300.000 Pesos Colombianos (160,74 US\$) por tonelada transportada, e em Puerto Carreño cobram-se 200.000 Pesos Colombianos (107,16 US\$).

Ao conhecer preços e condições de negócio de terreno locais, conclui-se que a área necessária de 200 m² para a implementação da biorefinaria e instalações de apoio inerentes, em La Macarena custaria cerca de 13 Dólares ao ano em sistema de arrendamento, e nas outras duas regiões optar-se-ia por comprar o terreno por 0,107 e 0,536 US\$/m², em Puerto Carreño, e Letícia, respectivamente.

Na Tabela 9 representam-se os pesos dos custos dos diferentes itens a considerar no investimento inicial. Pode-se observar que o custo que tem maior peso, 50%, no investimento total é o equipamento de operação, com um valor de aproximadamente 100.000 US\$.

Tabela 9: Representação dos pesos dos custos de investimento inicial para as três regiões.

Item	Puerto Carreño	La Macarena	Letícia
Equipamento completo	50,66%	50,66%	50,52%
Planta eléctrica	3,58%	3,58%	3,57%
Obras complementares	23,32%	23,32%	23,26%
Telheiro	9,45%	9,45%	9,42%
Báscula portátil	1,04%	1,04%	1,04%
Armazém de matérias-primas	5,00%	5,00%	4,98%
Tanques de armazenamento	3,77%	3,77%	3,76%
Dotação de equipamento de segurança	0,11%	0,11%	0,11%
Terreno	0,11%	0,01%	0,28%
Transporte do equipamento	0,19%	0,29%	0,29%
Despesas Pré-operacionais	2,78%	2,78%	2,77%
Investimento Total (US\$)	\$ 193.028,92	\$ 193.014,99	\$ 193.537,66

4.3.2. Análise de custos de produção

Para produzir 1000 litros de etanol hidratado, utilizando a capacidade máxima da biorefinaria, calculou-se que se gastariam 1.236,40 US\$ em Puerto Carreño, 1.287,99 US\$ em La Macarena e 1.308,37 US\$ em Letícia. A estes valores foram subtraídas as receitas obtidas com a venda de desperdícios (cascas e raízes para alimentação animal) de onde resulta o preço final de custo de etanol apresentado na Tabela 10. Os valores são muito semelhantes, o que ilustra a semelhança das regiões em termos económicos.

Tabela 10: Representação dos pesos dos custos de produção de mil litros de etanol nas três regiões, e custos totais em US\$.

		Puerto Carreño	La Macarena	Letícia
CUSTOS VARIÁVEIS	Matérias-primas			
	Raízes frescas de mandioca	17,5%	16,8%	16,6%
	Ureia	0,4%	0,4%	0,4%
	Enzima STARGEN	17,3%	16,7%	16,5%
	Levedura (<i>Etanol Red</i>)	14,4%	13,9%	13,6%
	Ácido Clorídrico	2,6%	2,6%	2,6%
	Água	0,6%	0,03%	1,5%
	Energia eléctrica	12,5%	13,8%	13,7%
	Madeira	3,7%	3,5%	3,5%
	Total de matérias-primas	69,1%	67,8%	68,3%
	Mão-de-obra	12,1%	13,96%	13,7%
	Total de custos variáveis	81,2%	81,8%	82,0%
CUSTOS FIXOS	Administração	14,7%	14,1%	13,9%
	Manutenção	4,1%	4,1%	4,1%
	Aluguer de terreno	0%	0,01%	0,0%
	Total de custos fixos	18,8%	18,2%	18,0%
CUSTOS TOTAIS	Custo total de produção(US\$):	1.236,40	1.287,99	1.308,37
	Recuperação de custos com venda de desperdícios (US\$)	94,30	94,30	94,30
	Custo Total (US\$):			
	Custo/litro de etanol produzido(US\$):	1,14	1,19	1,21

Para as três regiões, como se pode verificar na Tabela 10, os custos variáveis representam cerca de 80 %. Como matérias-primas mais relevantes nos custos

variáveis têm-se, por ordem decrescente, as raízes de mandioca frescas, a enzima *Estargen*, a energia e a levedura.

A água em La Macarena representa apenas 0,03% dos custos de produção devido à inexistência de contadores de água na região, todos os consumidores pagam apenas uma taxa mensal de 10.500 Pesos Colombianos ou 5,63 Dólares Americanos.

Relativamente á energia necessária para o funcionamento da biorefinaria (385.6 kWh/1000 l etanol produzido), na simulação optou-se por usar o etanol como combustível do gerador de energia eléctrica. Sabendo que por cada hora de energia gerada o gerador consome 3.8 litros de etanol depreende-se que para produzir 1000 litros de etanol são necessários 152 litros de etanol para fornecer energia eléctrica ao processo, que custarão o preço por litro obtido na produção, o que representa em média 13 % dos custos totais de produção, valor bastante elevado. A alternativa ao uso de etanol como combustível da planta eléctrica seria a de utilizar biogás, alternativa esta, excluída para Letícia e Puerto Carreño, mas considerada para um futuro próximo para La Macarena, onde já está a ser implementada uma unidade produtora de biogás de estrume animal.

O preço comercial do litro de etanol na Colômbia, segundo a Federação Nacional de Bio-combustíveis, corresponde a 1925.98 Col\$ ou 1.03 US\$. Ora este preço, que corresponde ao etanol de cana-de-açúcar (uma vez que, não existem valores de preços de mercado de etanol de mandioca no país) mostrou-se inferior ao custo de produção nas três regiões, o que inviabilizaria o projecto á partida.

Para definir então um preço de venda do etanol produzido compararam-se os custos de produção em cada região com os respectivos preços locais de combustíveis. Os valores apresentados em cima, revelaram que é em Puerto Carreño que os custos de produção da biorefinaria são menores. No entanto ao compará-los com os preços dos combustíveis na Figura 10, nota-se que é a região onde os preços dos combustíveis apresentam uma diferença maior relativamente ao custo de produção de etanol calculado, ou seja não é competitivo.

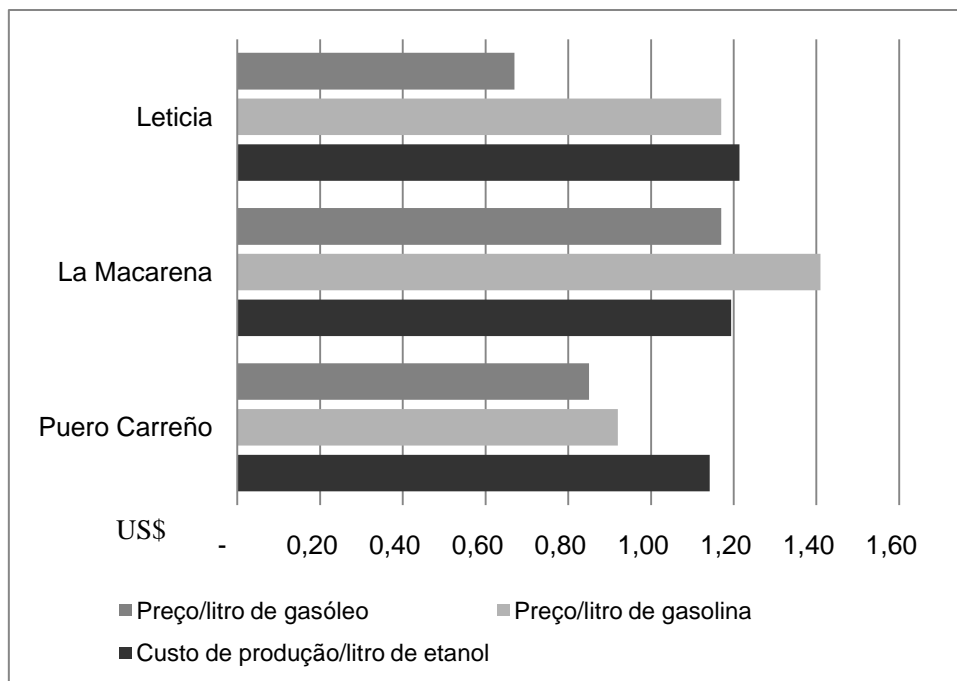


Figura 10: Gráfico de comparação de preços de combustível e custos de produção de etanol nas três regiões

A maior competitividade observou-se para La Macarena onde os custos de produção são inferiores ao preço da gasolina, considerando-se, por isso, a região onde seria mais provável a viabilidade do projecto e consequentemente com a qual se prosseguiu com a análise económica.

4.3.3. Fluxo de caixa

Para o fluxo de caixa em La Macarena usaram-se parâmetros como os custos de venda que correspondem a impostos à câmara e bombeiros no valor de 18 % dos custos variáveis (matérias-primas, energia e mão-de-obra) e o imposto de venda correspondente a 10 % das vendas brutas. Estes valores foram obtidos por adaptação de informação obtida no terreno sobre o mercado dos combustíveis, uma vez que não estão estipulados para o mercado de etanol, nem a nível departamental.

Considerando um intervalo de preços de venda do etanol compreendido entre o custo de produção e custo da gasolina, projectaram-se dois cenários possíveis de fluxos de caixa. No primeiro cenário aumentou-se 5% ao preço de venda e no segundo cenário aumentou-se 10 %.

Os fluxos de caixa gerados pelo projecto em La Macarena mostram-se decrescentes com o tempo nos dois cenários, com um resultados líquidos de caixa negativos durante os 20 anos de vida do projecto, como se verifica na Figura 11.

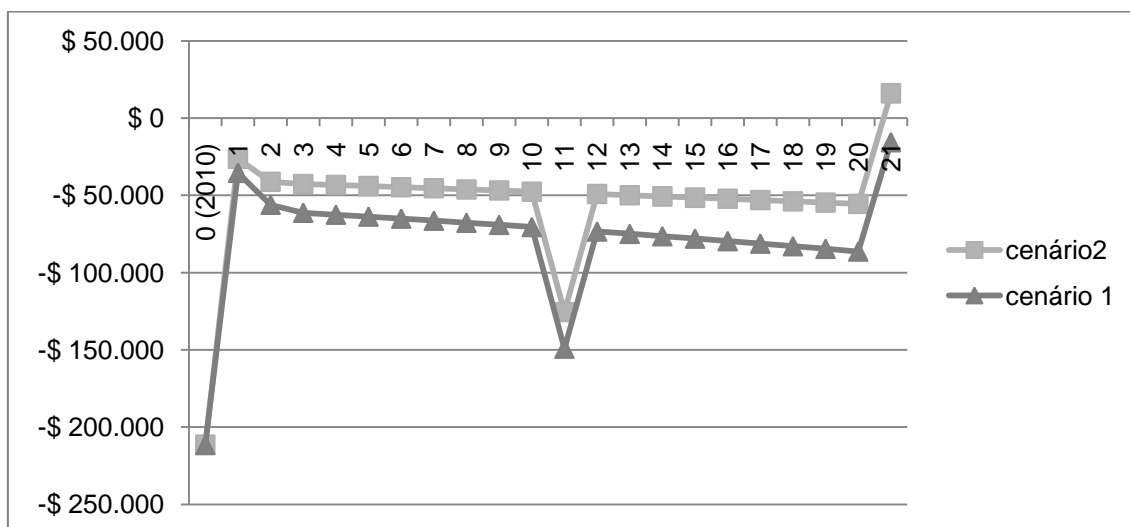


Figura 11: Gráfico de fluxos de caixa gerados pelo projecto em La Macarena, nos dois cenários propostos.

Observando as flutuações do gráfico, nota-se que existe prejuízo durante todo o tempo de vida do projecto. No ano zero conta-se com um prejuízo de aproximadamente 211.000 US\$, correspondentes á soma do investimento inicial com o capital de giro. No 11º ano ocorre um reinvestimento em equipamento equivalente a 40 % do investimento inicial. E, no 20º ano o capital de giro total converte-se em rendimento para o projecto, bem como a venda dos equipamentos correspondente a 20 % do valor investido durante o projecto. Obtêm-se assim, resultados líquidos de caixa negativos.

Com tais resultados desfavoráveis à viabilidade do projecto propôs-se calcular, para os dois cenários anteriores, o fluxo de caixa sem impostos (impostos e custos de venda), que representam uma fatia considerável subtraída aos rendimentos da biorefinaria. Esta medida assenta no facto de ser um projecto sem fins lucrativos e de contribuir para o desenvolvimento da região. Para além disso propôs-se também substituir o etanol que alimenta o gerador eléctrico por biogás, uma vez que, em La Macarena se inaugurará em breve uma unidade produtora de biogás. O preço de biogás não está definido por isso considera-se o preço do gás natural para a projecção de valor 1.680 Col\$/m³.

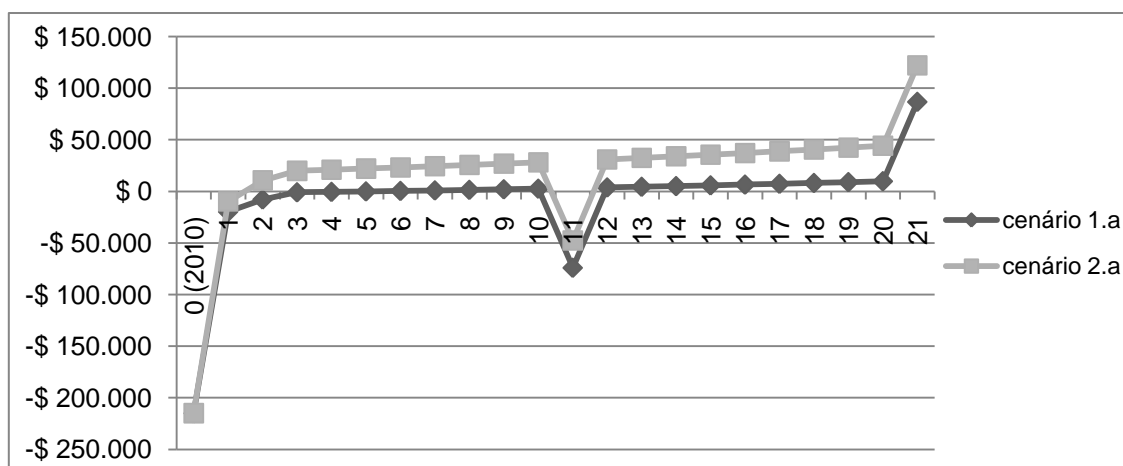


Figura 12: Gráfico de fluxos de caixas gerados nos dois cenários modificados, sem impostos e com abastecimento energético por biogás (cenário 1.a e cenário 2.a)

No gráfico da Figura 12 pode-se observar um tímido crescimento dos fluxos do caixa gerados durante o tempo de vida do projecto, que passam a ser positivos a partir do 3º ano ou seja, ano em que se inicia o retorno do capital de investimento.

Na Tabela 11 encontram-se os indicadores económicos obtidos pela análise de viabilidade económica da implementação de uma biorefinaria para os dois últimos cenários apresentados que confirmam a viabilidade ou inviabilidade do projecto.

Tabela 11: Indicadores obtidos nas análises económicas dos dois últimos cenários.

Indicadores económicos	Cenário 1.a	Cenário
TMA	4%	4%
VAL (US\$)	-966,28	348,15
Payback (anos)	-	19
TIR	-4%	8%

No cenário 1.a obteve-se um VAL negativo, que indica que o projecto gerará um retorno abaixo dos 4% por ano (TMA). Neste cenário o retorno total do investimento não acontece, de modo que o saldo final do projecto é de aproximadamente 163 US\$ negativos. Outro indicador económico que apoia a inviabilidade deste cenário é a TIR obtida de -4%.

Em contraste com o cenário 1.a apresenta-se o cenário 2.a onde se nota que o retorno do investimento se dará em aproximadamente 19 anos e que se obtém com o projecto

uma TIR de 8%. Com esta TIR e um VAL positivo sabe-se que o projecto gerará um retorno acima da taxa mínima de atractividade e portanto considera-se economicamente viável.

5. Conclusão

Após a realização deste estudo conclui-se que a implementação do projecto BIRUS é inviável em Letícia e Puerto Carreño, devido ao facto de o custo de produção de etanol não ser competitivo com o preço dos combustíveis locais. Mas, em La Macarena será viável, se se vender o etanol com um valor acrescentado de 10% do custo de produção, num cenário sem impostos e considerando o preço do biogás igual ao preço do gás natural na Colômbia.

Com a implementação de uma micro-refinaria em La Macarena 0,5 % da população rural poderá passar a ter acesso à energia eléctrica e por outro lado até 7.3 % do volume de gasolina comercializado em zona rural poderá ser misturado com 30% de etanol.

Contudo realça-se a importância da baixa eficiência de conversão da mandioca em etanol pela biorefinaria em estudo que certamente influencia a viabilidade do projecto em qualquer região. Pelo que se sugere que sejam identificadas as melhorias possíveis a efectuar a nível tecnológico de modo a aumentar a eficiência do processo. Sugere-se também a introdução de variedades de mandioca melhoradas para obtenção de maiores rendimentos por hectare, o associativismo, apoio e formação para os agricultores, com o objectivo de multiplicar a implementação de micro-refinarias.

6. Bibliografia

- Allem, A.C., 2002. **The origins and taxonomy of cassava**. In: Hillocks, R. J., Tresh, J.M. and Bellotti, A.C. (eds.). Cassava: biology, production and utilization. CABI Publishng.
- Alvin P.T., Alvin R., 1979. **Fontes de energia de origem vegetal: carboidratos, óleos e hidrocarbonetos**. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, ano. 5, n.59/60, 15 pp.
- Assis D.S., 2008. **Análise energética de sistemas de produção de etanol**, Botucatu, Barsil.
- Balagopalang C., 2002. **Cassava Utilization in food, feed and industry**. In Hillocks, R. J., Tresh, J.M. and Bellotti, A.C. (eds.). Cassava: biology, production and utilization. CABI Publishng.
- Berg C., 2004. **World Fuel Ethanol Analysis and Outlook**. F.O. Licht. England.
- Buarque C., 1984. **Avaliação económica de projectos: uma apresentação didáctica**. Editora Campus, Rio de Janeiro.
- Carvalho B., 2006. **Desenvolvimento Sustentável e Segurança Alimentar**. SEDGES 12/3, 9 pp.
- Cereda M., Vilpox O.F., Takahashi M., 2004. **Culturas tuberosas amiláceas Latino Americanas. Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido**, Botucatu: Fundação Cargill, v.3, 30-46 pp.
- CLAYUCA, 2009. **Biorefinerías Rurales Sciales (BIRUS)**, Documento de trabalho, 1, 5 pp.
- Cuenta D. P., 2009. **Evaluaciones agropecuarias, Gobernación 2009**. Corporación Colombia Internacional, 8,32,33 pp.
- FAO, 2008. **The role of agricultural biotechnologies for production of bioenergy in developing countries**. Background Document to Conference 15 of the FAO Biotechnology Forum (10 November to 14 December 2008): <http://www.fao.org/biotech/C15doc.htm>
- FAO, 2009. **Food Outlook**. Global Market Analysis. (Dezembro 2009).
- FAO, 2007. **Food Outlook**. Global Market Analysis. (Junho 2007).

- FAO, 2008. **Food Outlook**. Global Market Analysis. (Novembro 2008).
- Fonseca Y.D., 2002. **Técnicas de Avaliação de investimentos: uma breve revisão de literatura**. Disponível em: http://www.desenbahia.ba.gov.br/recursos/news/video/%7B1FB86F7F-2888-482A-B9AA-D9525E1AF7A2%7D_Artigo_05.pdf.
- Galesne A., Fensterseifer J.E., Lamb R., 1999. **Decisões de investimento da empresa**, Atlas, São Paulo.
- Harmond A., 1977. **Substituição de combustíveis fósseis por outros de origem renovável**, Revista Science, Rio de Janeiro, v. 95, 564–566 pp.
- IEA, 2004. **Biofuels for Transport, an International Perspective**, Chirat, França, 27 a 31 pp.
- Instituto Geografico Agustín Codazzi (IGAC- SIGOT): www.igac.gov.co
- Janssens M., 2001. **Cassava. Manihot esculenta Crantz**. In: Raemaekers et al. (eds.) **Crop production in tropical Africa**, 165- 187 pp.
- Kraychete G., 1997. **Como fazer um estudo de viabilidade econômica**, Exposição realizada no primeiro dia da Consulta Economia Popular: Viabilidade e Alternativas, promovida pela CESE-CEADe, Salvador.
- Kwatia, J., Jeon, W.Y., 1990. **Processamento da mandioca**. In: **A mandioca na África tropical- um manual de referência**. IITA, Ibadan, Nigéria, 99-124 pp.
- Machio J., 2004. **País negocia com Tailândia, maior exportadora do tubérculo, tecnologia para fazer álcool com o produto**. Disponível em: www.concepto.com.br/eclipping/eclipping/> Acesso em: 3 set. 2010.
- Marchetti V., 1995. **Risco e Decisão em Investimento Produtivo**. Editora da Universidade, Porto Alegre.
- Marcos M., 2008. **Los Biocombustibles**. Mundi-Prensa Libros, Madrid.
- Martinez G.A., 2009. **Determinación de la eficiencia en la producción de bioetanol a partir de yuca mediante balances de matéria y energia**. CLAYUCA, Palmira, 62-73 pp.
- Monteiro J.S.T., **O que é biorefinaria, Usinas Sociais e Inteligentes**, Disponível em: <http://usibiorefinarias.com/view/636/o-que-e-biorefinaria/>

- Muller A., Schmidhuber J., Hoogeveen J., Steduto P. 2008. **Some insights in the effects of growing bio-energy demand on global food security and natural resources.** Water Policy 10, 83–94 pp.
- NRI, SENA, DFID, 1998. **Análisis económico y investigación de mercados para proyectos hortofrutícolas.** Programa Post-cosecha, convénio SENA-Reino Unido.
- Ospina B., 2009. **Social bio-refinery for poor communities inaugurated.** CIAT News released http://webapp.ciat.cgiar.org/newsroom/release_40.htm
- Ospina H., Gil J., 2007. **Resíduos de la agroindustria de la caña,** Documento de trabalho.
- RFA, 2009. **Growing Innovation - America's energy, future starts at home.** 2009 Ethanol Industry Outlook, 28-29 pp.
- Rizato M., Felipe F., 2009. **Potencial económico da produção de álcool de mandioca no norte do Brasil.** XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 768 pp.
- SACHS I., 1988 Eco-desenvolvimento: crescer sem destruir. Editora Vértice, São Paulo,
- Sanchez, O.J.; Cardona, C.A., 2008. **Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks.** Bioresource technology. ELSEVIER.
- Sriroth K., Lamchaiyaphum B., Piyachomkwan K., 2005. **Present situation and future potential of cassava in Tailand**
- UNEP, 2009. **Towards Sustainable Production and Use of Resources: Assessing Biofuels.** Assessing Biofuel full report of the united National Energy Program (16 October 2009)

7. ANEXOS

ANEXO 1 – Guías de entrevista

Encuesta para análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS en el departamento: _____ municipio: _____ fecha: _____

Preguntas guía – para caracterizar la zona, en términos de interés para el estudio.
GOVERNACION/ALCALDIA

Entidad/Nombre:	Contactos(cel/ mail):
Puntos GPS:	Dirección:

1. ¿Cuál es la área sembrada con yuca del municipio?
¿Y del departamento?
2. ¿Cuál es el rendimiento medio por hectárea del municipio?
Y del Departamento?
3. ¿Cuál es la zona de mayor/mejor producción de yuca? (ubicación en el mapa)
4. ¿Cuál es la superficie actual urbana y rural del municipio?(km²)
5. ¿Existen asociaciones de productores de yuca en el municipio? ¿Cuáles? ¿Donde se ubican?
6. ¿Cuántos productores de yuca existen en el municipio?
¿Y en el departamento?
7. ¿Cuales nos recomienda para entrevistar?
8. ¿Cuál sería la mejor hora de visita?
9. ¿Cuáles son los mercados del municipio? ¿Donde se ubican? ¿A qué días y horas abren?
10. ¿Cuál es el salario mínimo?
11. ¿Cuál es el costo de alquiler y/o de venta del m² de terreno para construcción?
12. ¿Cuáles son las entidades responsables por la producción de energía eléctrica en el municipio?
13. ¿Cuáles son las entidades responsables por el abastecimiento de combustibles en el municipio?

Análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS
Impacto económico y social

CARACTERIZACION DE LOS PRODUCTORES DE YUCA

1. Identificación:

Departamento: _____ **Municipio:** _____ **Fecha:** _____

Nombre del Entrevistado:
Teléfono/celular:
Punto GPS:

- a. Género: F / M
- b. Edad:
- c. Nivel de educación:
- d. Composición familiar:
- e. ¿A qué actividades se dedica?

2. Características de su propiedad

- a. ¿Cuál es la área de su finca?
- b. Su finca es: Propia;
Alquilada ¿por cuánto?;
Prestada;
Otra

3. Características del sistema de producción

- a. ¿Cuál es la área sembrada con yuca?
- b. ¿Por qué solo esta área?
- c. ¿Cuál es la producción de esta área de yuca?
- d. ¿Hace cuanto cultiva yuca?
- e. ¿Liste los otros cultivos que tiene en su finca y determine la superficie de los mismos?
 - c.1.
 - c.2.
 - c.3.
 - c.4.
 - c.5.
- f. ¿Tiene algún tipo de cría de animales? Si, No
Cuales?
Cuantos?

4. Sistema de Producción de Yuca

- a. ¿Qué usos le da a la producción?

a.1 Venta		Cantidad	Local	Comprador	Precio
	Consumo en fresco				
	Alimentos compuestos para animales				
	Producción de almidón				
	Producción de etanol				
	Otros				

a.2 No venta:	Cantidad
Consumo propio	
Alimento animal	
Desperdicio	
Otros ¿Cuáles?	

b. ¿Cuáles son las variedades que produce y a qué área sembrada corresponde cada una?

c. ¿Cuál es el sistema de cultivo que utiliza? Asociación con otros cultivos?

d. ¿Cuáles son los costos de su producción? Preparación del terreno

- o Fertilizantes
- o Siembra
- o Riego
- o Deshierba
- o Cosecha
- o Costo alquiler de la tierra

e. ¿Cuáles son los principales problemas del cultivo?

5. Sistemas de comercialización de yuca

a. ¿Cuáles son las temporadas de producción y de no producción? (meses de siembra y de cosecha)

b. ¿Cuáles son los precios de transporte al lugar de venta, cuales son los lugares de venta?

c. ¿Es usted quien decide a quien vender y a qué precio, cual es el precio?

d. ¿Qué destino tienen los ingresos de esta actividad?

e. ¿Qué porcentaje representa este ingreso del total?

6. Capital Social

a. ¿Pertenece usted a algún tipo de asociación? Si No

b. ¿Si pertenece a cuál o cuáles?

c. ¿Qué beneficios recibe de esta o estas asociaciones?

d. ¿Ha recibido o recibe algún tipo de ayuda técnica o financiera para el cultivo de la yuca? (capacitación, créditos, materias-primas, etc) Si No

e. ¿De quién y qué tipo de ayuda?

7. Perspectivas de la producción de yuca

a. ¿Estaría dispuesto a incrementar el área sembrada con yuca? Si No

Porqué?

b. ¿Estaría dispuesto a cambiar algunas de las actividades que realiza actualmente en el cultivo de la yuca para incrementar su producción?

Si No Porque?

Encuesta para análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS en el departamento: _____ municipio: _____ fecha: _____

Preguntas guía – para caracterizar la cadena comercial de energía eléctrica de la zona.

Entidad/Nombre:	Contactos(cel/ mail):
Puntos GPS:	Dirección:

1. ¿Cuáles son las principales fuentes de energía eléctrica en la zona?
2. ¿Quién genera la electricidad en la zona y cuanto genera kW-h? (diarios, semanal o mensual)
3. ¿Cuál es el potencial de producción y la producción actual (día/semana)?
4. ¿Cuál la población total del municipio y nivel de cobertura de energía?

	Total	Urbana	Rural
Superficie (km2)			
Populación actual			
Cobertura de energía eléctrica (%)			

5. ¿En qué horarios se suministra energía?
6. ¿Cuál es el consumo diario de energía?
7. ¿Cuál es el número de consumidores en el municipio (casas)?
8. ¿Es este consumo constante durante todo el año?
9. ¿Cuáles son los periodos de mayor y menor consumo?
10. ¿Cuál es la demanda potencial de energía eléctrica?
11. ¿Sería esta demanda potencial constante durante todo el año?
12. ¿Cuáles serían los periodos de mayor demanda y de menor demanda?
13. ¿Cuál es el costo de producción kWh de energía?
14. ¿Tiene estimativos de crecimiento en la demanda de energía en el mediano y largo plazo? Cuanto? En que años?
15. ¿Cuál es el precio de venta kWh de energía?
16. ¿Cuáles son los principales usos de la energía eléctrica?
17. ¿Cuál es el marco legal de la producción y comercialización de energía en la zona?
18. ¿Cuál es el marco tributario de la producción y comercialización de energía en la zona? (impuestos, tarifas, comisiones)
19. ¿Hay planes o proyectos de ampliación en la cobertura y suministro de energía eléctrica en la zona? Cuáles?, Cuando?, Nivel de ampliación?

Encuesta para análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS en el
departamento: _____ municipio: _____ fecha: _____

Preguntas guía – para caracterizar la cadena comercial de combustibles de la zona.

Entidad:	Contactos:
Coordenadas:	Dirección:

1. ¿Cuál es el volumen de combustibles comercializado semanalmente, precios de compra e venta y fuente de suministro? (Especificar unidades de medida)

	Volumen	Precio de compra	Precio de venta	Fuente de suministro
Gasolina corriente (Gal)				
Gasolina extra (Gal)				
ACPM – Diesel (Gal)				
Gas Natural (m3)				
Gas propano – pipas (libras)				

2. ¿Cuáles son los principales usos de estos combustible? (%)
- Parque automotor :
 - Generación de electricidad (Plantas generadoras):
 - Uso domestico (cocina):
 - Otros? Cuáles?
3. ¿Cómo se determina el precio de venta?
4. ¿Cuál es la Tendência de estos precios?
5. ¿Cuál es la estacionalidad en el consumo? (meses de mayor y menor consumo)
6. ¿Cuál es la demanda potencial de estos combustibles en la zona (por semana o mes)?
7. ¿Tiene estimativos de crecimiento en la demanda de estos combustibles en el mediano y largo plazo? Cuanto? En que años?
8. ¿Cuál es el marco legal para la comercialización de estos combustibles en la zona?
9. ¿Cuál es el marco tributario de la comercialización de estos combustibles en la zona? (impuestos, tarifas, comisiones)
10. ¿Hay planes o proyectos de ampliación en la cobertura y suministro de combustible en la zona? ¿Cuáles?
 ¿Cuándo?
 ¿Nivel de ampliación

Encuesta para análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS en el departamento: _____ municipio: _____

Preguntas guía – para establecer costos de implementar BIRUS en la zona

Entidad/Nombre:	Contactos(cel/ mail):
Puntos GPS:	Dirección:

1. ¿Cuál es el costo de transporte aéreo de cargas?
2. Costos de materias primas:
 - Agua (kg)
 - Ureia
 - Enzima
 - Levadura
 - Acido clorhídrico
 - Harina de Yuca
3. ¿Cuál es el salario mínimo?
4. ¿Cuál es el costo de alquiler y/o de venta del m² de terreno para construcción?
5. Revisar marco legal del uso y producción de etanol
6. Impuestos y comisiones

Encuesta para análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS en el departamento:_____ municipio: _____ fecha:_____

Preguntas guía – para caracterizar la cadena comercial de yuca de la zona.
MERCADOS Y TIENDAS

Entidad/Nombre:	Contactos(cel/ mail):
Puntos GPS:	Dirección:

1. ¿De qué volumen de yuca se abastecen?(día/semana)
2. ¿Qué volumen de yuca vende?(día/semana)
3. ¿Qué variedades de yuca comercializa?
4. ¿A qué precio compra la yuca?
5. ¿A qué precio vende la yuca?
6. ¿Cuáles son las zonas de donde se abastece? ¿Cual prefiere? ¿Porqué?
7. ¿Cómo hace el abastecimiento?
8. Los costos de transporte, ¿Por quién son asumidos?
¿Cuál es el costo?
9. ¿Existen impuestos, comisiones, tarifas, etc. que encarecen el producto hasta la venta?
10. ¿Quiénes son los compradores de la yuca? (volumen y precio)
 - a. Consumidor común
 - b. Comerciantes
 - c. Industrias
 - d. Otros

**Encuesta para análisis de la factibilidad de implementar una planta BIRUS en el
departamento:_____ Municipio:_____ fecha:_____**

Preguntas guía – para caracterizar la cadena comercial de yuca de la zona.
INTERMEDIARIOS

Entidad/Nombre:	Contactos(cel/mail):
Puntos GPS:	Dirección:

1. ¿Cuál es el medio de transporte que utiliza?
2. ¿Qué volumen de yuca transporta?
¿Cuál es la frecuencia de los transportes?
3. ¿Cuáles son los requerimientos para el transporte de yuca?
4. ¿Existe impuestos, comisiones, tarifas, etc que encarecen la yuca hasta la entrega?
5. ¿Cuáles son los tiempos de transporte?¿De lo que dependen?
6. ¿Cuáles son los costos de transporte?
7. ¿A qué precio compra la yuca?
8. ¿A qué precio la vende?
9. Donde vende la yuca?
10. Donde compra la yuca?
11. ¿A cuántos productores la compra?
12. Servicios adicionales que proveer?

ANEXO 2 – Análise de custos de produção nas 3 regiões

PRODUÇÃO DE BIOETANOL HIDRATADO DE MANDIOCA

Produto principal: Bioetanol de mandioca

I. INFORMAÇÃO BÁSICA

Mandioca fresca por hora:	0,46 Ton
Mandioca fresca por dia:	9,2 Ton
Produção de bioetanol por hora:	25 Litros
Duração da produção diária (1):	20 Horas
Produção de bioetanol por dia:	500 Litros
Produção de bioetanol por mês (2):	14.000 Litros
FACTORES DE CONVERSÃO	
mandioca fresca/farinha de mandioca:	3,5
RENDIMENTOS	
I ETOH/ton farinha	372
I ETOH/ton raízes	106
I ETOH/l mosto	0,07
I vinhaças/l ETOH	14,1

Análise de custos para Puerto Carreño

II. INVESTIMENTO INICIAL

Item	Descrição	Custo (Col\$)	Peso dos custos
Equipamento completo	Equipamento para produção de farinhas, produção de etanol hidratado e de gestão de efluentes para a elaboração de suplementos nutricionais para gado	\$ 182.500.000,00	50,66%
Planta eléctrica (3)	Gerador BioFlex B4T-10.00	\$ 12.905.410,00	3,58%
Obras complementares	Sedes administrativas e instalações sanitárias	\$ 4.000.000,00	23,32%
Telheiro	Estrutura metálica	\$	9,45%
Báscula portátil	3,05 m de largura e capacidade para 10 toneladas	\$ 3.752.800,00	1,04%
Armazém de matérias-primas		\$ 18.000.000,00	5,14%
Tanques de armazenamento	Em aço inoxidável com sistema de segurança para evitar explosões	\$ 13.570.000,00	3,77%
Dotação de equipamento de		\$ 402.300,00	0,11%
Terreno (4)	200 Col\$/m ²	\$ 400.000,00	0,11%
Transporte do equipamento (5)	200.000 Col\$/ton transportada	\$ 700.000,00	0,19%
Despesas pré-operacionais	Certificados e seguros	\$ 10.000.000,00	2,78%
INVESTIMENTO INICIAL TOTAL		\$ 360.263.010,00	100,00%
INVESTIMENTO INICIAL TOTAL (US\$)		\$ 193.028,92	

Legenda:

- (1) Propõem-se turnos de 24 horas das quais 4 horas são de manutenção
- (2) Propõem-se operar 28 dias por mês com 2 dias para manutenção
- (3) Características do gerador BioFlex B4T-10.000 : tensão de saída:110V/220V (bivolt) consumo: 4,0m³ de biogás/hora de trabalho ou 3,8 L de álcool /hora de trabalho
- (4) São necessários cerca de 2000 m² para a implementação da biorefinaria e instalações de apoio
- (5) Transporte desde Bogotá até Puerto Carreño

III. CABACIDADE BASICA DA BIOREFINARIA

Produção diária de bioetanol hidratado:	500 Litros
Produção mensal de bioetanol hidratado	14000 Litros
Produção anual de bioetanol hidratado (6):	1680 Litros
Capacidade diária da biorefinaria (7):	500 Litros
Capacidade anual da biorefinaria (8):	168000 Litros
Utilização da capacidade instalada:	100 %

IV. INFORMAÇÃO DE CUSTOS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Unidade de produção

1000 Litros Bioetanol hidratado

Item	Unidade	Quantidade	Custo unitário (Col\$)(14)
Matérias-primas:			
Raízes frescas de mandioca (9)	kg	10120,0	\$ 40,00
Ureia	kg	7,2	\$ 1.300,00
Enzima STARGEN	kg	14,4	\$ 27.800,00
Levedura (<i>Etanol Red</i>)	kg	9,6	\$ 34.600,00
Ácido Clorídrico	l	24,0	\$ 2.500,00
Água (10)	m³	14,7	\$ 1.000,00
Energia eléctrica (11)	l	152,0	\$ 1.900,00
Madeira	kg	851,2	\$ 100,00
Mão-de-obra (12)			
Funcionário 1	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 2	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 3	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 4	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 5	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 6	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Desperdícios para venda (13)	kg	880,0	\$ 200

Legenda:

(6) Produção actual da biorefinaria, operando 20 horas por dia durante 336 dias

(7) Supõe-se que a biorefinaria opera 20 horas por dia

(8) Produção em 336 dias (28 dias por mês)

(9) Peso das raízes de mandioca ao chegar à refinaria

(10) Em Puerto Carreño o m³ de água custa 1.000,00 Col\$

(11) A energia eléctrica necessária no processo, é obtida de uma planta eléctrica abastecida a etanol. São necessários 152 litros de etanol para produzir energia suficiente para se obter 1000 litros de etanol.

(12) Propõem-se 6 funcionários, divididos em grupos de 2 preenchem os 3 turnos de 8 horas por dia

(13) Os desperdícios obtidos no processamento das raízes (cascas e fibras) são vendidos como alimento animal

(14) Inclui o custo de transporte desde Bogotá

CUSTOS VARIÁVEIS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Items	Custo/1000 Lt ETOH (Col\$)	Peso dos custos
Matérias-primas		
Raízes frescas de mandioca	\$ 404.800,00	17,54%
Ureia	\$ 9.360,00	0,41%
Enzima STARGEN	\$ 400.320,00	17,35%

Levedura (<i>Etanol Red</i>)	\$ 332.160,00	14,39%
Ácido Clorídrico	\$ 60.000,00	2,60%
Água	\$ 14.700,00	0,64%
Energia eléctrica	\$ 288.800,00	12,52%
Madeira	\$ 85.120,00	3,69%
Total de matérias-primas	\$ 1.595.260,00	69,13%
Mão-de-obra		
Funcionário 1	\$ 55.914,29	2,42%
Funcionário 2	\$ 55.914,29	2,42%
Funcionário 3	\$ 55.914,29	2,42%
Funcionário 4	\$ 55.914,29	2,42%
Funcionário 5	\$ 55.914,29	2,42%
Funcionário 6	\$ 55.914,29	2,42%
Total de mão-de-obra	\$ 279.571,43	12,12%
TOTAL DE CUSTOS VARIÁVEIS	\$ 1.874.831,43	81,25%

CUSTOS FIXOS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Administração (15)	Custo/1000 Lt ETOH (Col\$)	Peso dos custos
Gerente	\$ 178.571,43	7,74%
Contabilista auxiliar	\$ 42.857,14	1,86%
Secretária	\$ 50.000,00	2,17%
Vigilante	\$ 42.857,14	1,86%
Servicios públicos área administrativa (16)	\$ 8.571,43	0,37%
Sub-total administrativo	\$ 322.857,14	13,99%
Outros gastos administrativos (17)	\$ 16.142,86	0,70%
Total administração	\$ 339.000,00	14,69%
Manutenção (18)	\$ 93.741,57	4,06%
TOTAL CUSTOS FIXOS	\$ 432.741,57	18,75%
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO/ 1000 LITROS ETANOL :	\$ 2.307.573,00	100,00%
Recuperação de custos com venda de desperdícios/1000 litros etanol	\$ 176.000,00	
CUSTO TOTAL (Col\$) (19)	\$ 2.131.573,00	
CUSTO TOTAL (US\$) (20)	\$ 1.142,10	

CUSTO POR LITRO DE ETANOL (Col\$)	\$ 2.131,57
CUSTO POR LITRO DE ETANOL (US\$)	\$ 1,14
CUSTO POR GALÃO DE ETANOL(Col\$)	\$ 8.078,66
CUSTO POR GALÃO DE ETANOL(US\$)	\$ 4,33

Legenda:

(16) 8 horas diárias de trabalho. O Vigilante trabalharia de noite.

(17) Supõe-se um custo mensal de Col\$120000 em energia, iluminação e telefone

(18) Papelaria e Imprevistos (energia e água) da área administrativa. Representa 5 % do total da administração

(19) Corresponde á manutenção dos equipamentos e representa 5% dos custos variáveis

(20) Custo total de produção de 1000 litros de etanol - recuperação de custos com venda de desperdícios

Análise de custos para La Macarena

II. INVESTIMENTO INICIAL

Item	Descrição	Custo (Col\$)	Peso dos custos
Equipamento completo	Equipamento para produção de farinhas, produção de etanol hidratado e de gestão de efluentes para a elaboração de suplementos nutricionais para gado	\$182.500.000,00	50,66%
Planta eléctrica (3)	Gerador BioFlex B4T-10.000	\$ 12.905.410,00	3,58%
Obras complementares	Sedes administrativas e instalações sanitárias	\$ 84.000.000,00	23,32%
Telheiro	Estrutura metálica	\$ 34.032.500,00	9,45%
Báscula portátil	3,05 m de largura e capacidade para 10 toneladas	\$ 3.752.800,00	1,04%
Armazém de matérias-primas		\$ 18.000.000,00	5,00%
Tanques de armazenamento	Em aço inoxidável com sistema de segurança para evitar explosões	\$ 13.570.000,00	3,77%
Dotação de equipamento de segurança		\$ 402.300,00	0,11%
Terreno (4)	5.000 Col\$/ m ² em zona urbana e 120.000 Col\$/há/ano em zona rural	\$ 24.000,00	0,01%
Transporte do equipamento (5)	300.000 Col\$/ton transportada	\$ 1.050.000,00	0,29%
Despesas pré-operacionais	Certificados e seguros	\$ 10.000.000,00	2,78%
INVESTIMENTO INICIAL TOTAL		\$360.237.010,00	100,00%
INVESTIMENTO INICIAL TOTAL (US\$)		\$	193.014,99

Legenda:

(3) Características do gerador BioFlex B4T-10.000 : tensão de saída:110V/220V (bivolt) consumo: 4,0m³ de biogás/hora de trabalho ou 3,8 L de álcool /hora de trabalho

(4) São necessários cerca de 2000 m² para a implementação da biorefinaria e instalações de apoio

(5) Transporte desde Bogotá até La Macarena

III. CABACIDADE BASICA DA BIOREFINARIA

Produção diária de bioetanol hidratado:	500 Litros
Produção mensal de bioetanol hidratado	14000 Litros
Produção anual de bioetanol hidratado:	168000 Litros
Capacidade diária da biorefinaria:	500 Litros
Capacidade anual da biorefinaria:	168000 Litros
Utilização da capacidade instalada:	100 %

IV. INFORMAÇÃO DE CUSTOS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Unidade de produção 1000 Litros Bioetanol hidratado			
Item	Unidade	Quantidade	Custo unitário
Matérias-primas:			
Raízes frescas de	kg	10120,0	\$ 40,00
Ureia	kg	7,2	\$ 1.400,00
Enzima STARGEN	kg	14,4	\$ 27.900,00
Levedura (<i>Etanol Red</i>)	kg	9,6	\$ 34.700,00
Ácido Clorídrico	l	24,0	\$ 2.600,00
Água (7)	m ³	14,7	tarifa mensal

Energia eléctrica (8)	l	152,0	\$ 2.190,00
Energia eléctrica (8.1)	kWh	385,6	\$ 160,00
Madeira	kg	851,2	\$ 100,00
Mão-de-obra			
Funcionário 1	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 3	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 4	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 5	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Funcionário 6	dia trabalho	2	\$ 27.957,14
Desperdícios para venda	kg	880,0	\$ 200,00

Legenda:

(6) Inclui o custo de transporte desde Bogotá

(7) Em La Macarena não foram ainda implementados contadores de água, por isso se paga uma tarifa mensal de 10.500 Col\$

(8) A energia eléctrica necessária no processo, é obtida de uma planta eléctrica abastecida a etanol. São necessários 152 litros de etanol para produzir energia suficiente para se obter 1000 litros de etanol.

(8.1) A considerar no 1º ano de produção do fluxo de caixa

CUSTOS VARIÁVEIS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Item	Custo/1000 l ETOH	Peso dos custos
Matérias-primas		
Raízes frescas de mandioca	\$ 404.800,00	16,84%
Ureia	\$ 10.080,00	0,42%
Enzima STARGEN	\$ 401.760,00	16,71%
Levedura (<i>Etanol Red</i>)	\$ 333.120,00	13,86%
Ácido Clorídrico	\$ 62.400,00	2,60%
Água	\$ 750,00	0,03%
Energia eléctrica	\$ 332.880,00	13,85%
Madeira	\$ 85.120,00	3,54%
Total de Matérias-primas	\$ 1.630.910,00	67,85%
Mão-de-obra		
Funcionário 1	\$ 55.914,29	2,33%
Funcionário 2	\$ 55.914,29	2,33%
Funcionário 3	\$ 55.914,29	2,33%
Funcionário 4	\$ 55.914,29	2,33%
Funcionário 5	\$ 55.914,29	2,33%
Funcionário 6	\$ 55.914,29	2,33%
Total de mão-de-obra	\$ 335.485,71	13,96%
TOTAL DE CUSTOS VARIÁVEIS	\$ 1.966.395,71	81,80%

CUSTOS FIXOS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Item	Custo/1000 l ETOH	Peso dos custos
Administração		
Gerente	\$ 178.571,43	7,43%
Contabilista auxiliar	\$ 42.857,14	1,78%
Secretária	\$ 50.000,00	2,08%
Vigilante	\$ 42.857,14	1,78%

Serviços públicos área administrativa	\$ 8.571,43	0,36%
Sub-total administrativo	\$ 322.857,14	13,43%
Outros gastos administrativos	\$ 16.142,86	0,67%
Total administração	\$ 339.000,00	14,10%
Manutenção	\$ 98.319,7857	4,09%
Aluguer de terreno	\$ 142,86	0,01%
TOTAL CUSTOS FIXOS	\$ 437.462,64	18,20%
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO/ 1000 LITROS	\$ 2.403.858,36	100,00%
Recuperação de custos com venda de desperdícios/1000 litros etanol	\$ 176.000,00	
CUSTO TOTAL (US\$)	\$ 2.227.858,36	
CUSTO TOTAL (Col\$)	\$ 1.193,69	

CUSTO POR LITRO DE ETANOL (Col\$)	2.227,86
CUSTO POR LITRO DE ETANOL (US\$)	1,19
CUSTO POR GALÃO DE ETANOL(Col\$)	8.443,58
CUSTO POR GALÃO DE ETANOL(US\$)	4,52

Análise de custos para Letícia

II. INVESTIMENTO INICIAL

Item	Descrição	Custo (Col\$)	Peso dos
Equipamento completo	Equipamento para produção de farinhas, produção de etanol hidratado e de gestão de efluentes para a elaboração de suplementos nutricionais para gado	\$ 182.500.000,00	50,52%
Planta eléctrica	Gerador BioFlex B4T-10.000	\$ 12.905.410,00	3,57%
Obras complementares	Sedes administrativas e instalações sanitárias	\$ 84.000.000,00	23,26%
Telheiro	Estrutura metálica	\$ 34.032.000,00	9,42%
Báscula portátil	3,05 m de largura e capacidade para 10 toneladas	\$ 3.752.800,00	1,04%
Armazém de matérias-primas		\$ 18.000.000,00	4,98%
Tanques de armazenamento	Em aço inoxidável com sistema de segurança para evitar explosões	\$ 13.570.000,00	3,76%
Dotação de equipamento de segurança		\$ 402.300,00	0,11%
Terreno	500 Col\$/m²	\$ 1.000.000,00	0,28%
Transporte do equipamento	300.000 Col\$/ton transportada	\$ 1.050.000,00	0,29%
Despesas pré-operacionais	Certificados e seguros	\$ 10.000.000,00	2,77%
INVESTIMENTO INICIAL TOTAL		\$ 361.212.510,00	100,00%
INVESTIMENTO INICIAL TOTAL (US\$)		\$ 193.537,66	

Legenda:

(7) Transporte desde Bogotá até Letícia

III. CABACIDADE BASICA DA BIOREFINARIA

Produção diária de bioetanol hidratado:	500 Litros
Produção mensal de bioetanol hidratado	14000 Litros
Produção anual de bioetanol hidratado:	168000 Litros
Capacidade diária da biorefinaria:	500 Litros
Capacidade anual da biorefinaria:	168000 Litros
Utilização da capacidade instalada:	100 %

IV. INFORMAÇÃO DE CUSTOS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Unidade de produção		1000 Litros Bioetanol hidratado	
Item	Unidade	Quantidade	Custo unitário
Matérias -primas			
Raízes frescas de mandioca	kg	10.120,0	\$ 40,00
Ureia	kg	7,2	\$ 1.400,00
Enzima STARGEN	kg	14,4	\$ 27.900,00
Levedura (<i>Etanol Red</i>)	kg	9,6	\$ 34.700,00
Ácido Clorídrico	l	24,0	\$ 2.600,00
Água (3)	m³	14,7	\$ 2.421,00
Energia eléctrica	l	152,0	\$ 2.200,00
Madeira	kg	851,2	\$ 100,00
Mão-de-obra			
Funcionário 1	dia	2	\$ 27.957,14
Funcionário 2	dia	2	\$ 27.957,14
Funcionário 3	dia	2	\$ 27.957,14
Funcionário 4	dia	2	\$ 27.957,14
Funcionário 5	dia	2	\$ 27.957,14
Funcionário 6	dia	2	\$ 27.957,14
Desperdícios para venda	kg	880,0	\$ 200,00

Legenda

(3)Em Letícia o m³ de água custa 2.421,00 Col\$

CUSTOS VARIÁVEIS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Itens	Custo/1000 Lt ETOH	Peso dos
Matérias-primas		
Raízes frescas de mandioca	\$ 404.800,00	16,58%
Ureia	\$ 10.080,00	0,41%
Enzima STARGEN	\$ 401.760,00	16,45%
Levedura (<i>Etanol Red</i>)	\$ 333.120,00	13,64%
Ácido Clorídrico	\$ 62.400,00	2,56%
Água	\$ 35.588,70	1,46%
Energia eléctrica	\$ 334.400,00	13,69%
Madeira	\$ 85.120,00	3,49%
Total de matérias-primas	\$ 1.667.268,70	68,28%
Mão-de-obra		
Funcionário 1	\$ 55.914,29	2,29%
Funcionário 2	\$ 55.914,29	2,29%

Funcionário 3	\$ 55.914,29	2,29%
Funcionário 4	\$ 55.914,29	2,29%
Funcionário 5	\$ 55.914,29	2,29%
Funcionário 6	\$ 55.914,29	2,29%
Total de mão-de-obra	\$ 335.485,71	13,74%
TOTAL DE CUSTOS VARIÁVEIS	\$ 2.002.754,41	82,02%

CUSTOS FIXOS/1000 LITROS DE BIOETANOL PRODUZIDO

Item	Custo/1000 Lt ETOH	Peso dos
Administração		
Gerente	\$ 178.571,43	7,31%
Contabilista auxiliar	\$ 42.857,14	1,76%
Secretária	\$ 50.000,00	2,05%
Vigilante	\$ 42.857,14	1,76%
Serviços públicos área administrativa	\$ 8.571,43	0,35%
Sub-total administrativo	\$ 322.857,14	13,22%
Outros gastos administrativos	\$ 16.142,86	0,66%
Total administração	\$ 339.000,00	13,88%
Manutenção	\$ 100.137,72	4,10%
TOTAL CUSTOS FIXOS	\$ 439.137,72	17,98%
CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO/ 1000 LITROS	\$ 2.441.892,14	100,00%
Recuperação de custos com venda de	\$ 176.000,00	
CUSTO TOTAL (Col\$)	\$ 2.265.892,14	
CUSTO TOTAL (US\$)	\$1.214,07	

CUSTO POR LITRO DE ETANOL (Col\$)	\$ 2.265,89
CUSTO POR LITRO DE ETANOL (US\$)	\$ 1,21
CUSTO POR GALÃO DE ETANOL (Col\$)	\$ 8.587,73
CUSTO POR GALÃO DE ETANOL (US\$)	\$ 4,60

ANEXO 3 – Projecções financeiras e fluxos de caixa para La Macarena

ANEXO3.1.- Cenário 1

QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROJECCÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA - cenário 1

ANO	0 (2010)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taxa de inflação			1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial			1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda			1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	\$ 360.237.010										
Utilização da capacidade		50%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶		\$ 196.497.107	\$ 323.827.233	\$ 404.784.041	\$ 416.927.562	\$ 429.435.389	\$ 442.318.450	\$ 455.588.004	\$ 469.255.644	\$ 483.333.313	\$ 497.833.313
Custo de vendas ²⁷		\$ 25.841.494	\$ 48.841.482	\$ 61.051.852	\$ 62.683.150	\$ 64.358.906	\$ 66.080.359	\$ 67.848.785	\$ 69.665.497	\$ 71.531.843	\$ 73.449.213
Imposto de venda (10%)		\$ 19.649.711	\$ 32.382.723	\$ 40.478.404	\$ 41.692.756	\$ 42.943.539	\$ 44.231.845	\$ 45.558.800	\$ 46.925.564	\$ 48.333.331	\$ 49.783.331
vendas líquidas ²⁸		\$ 151.005.902	\$ 242.603.027	\$ 303.253.784	\$ 312.551.655	\$ 322.132.944	\$ 332.006.246	\$ 342.180.418	\$ 352.664.583	\$ 363.468.139	\$ 374.600.768
Valor residual de activos ²⁹											
Capital de giro (ano 2010)	\$ 31.869.348										
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 2.538.900	\$ 0	\$ 25.129.616	\$ 13.340.960	\$ 1.782.344	\$ 1.830.918	\$ 1.880.847	\$ 1.932.169	\$ 1.984.925	\$ 2.039.156	\$ 2.094.904
Capital de giro total ³⁰	\$ 34.408.248										
DESPESAS (Col\$)											
Custos Variáveis											
Matéria-primas		\$ 109.034.520	\$ 178.816.613	\$ 223.520.766	\$ 229.108.785	\$ 234.836.505	\$ 240.707.417	\$ 246.725.103	\$ 252.893.230	\$ 259.215.561	\$ 265.695.950
Energia (etanol)		\$ 6.348.538	\$ 45.857.549	\$ 57.321.936	\$ 58.754.984	\$ 60.223.859	\$ 61.729.455	\$ 63.272.692	\$ 64.854.509	\$ 66.475.872	\$ 68.137.769
Mão-de-obra		\$ 28.180.800	\$ 46.667.405	\$ 58.334.256	\$ 60.375.955	\$ 62.489.113	\$ 64.676.232	\$ 66.939.900	\$ 69.282.797	\$ 71.707.695	\$ 74.217.464
Total de custos variáveis		\$ 143.563.858	\$ 271.341.566	\$ 339.176.958	\$ 348.239.725	\$ 357.549.477	\$ 367.113.105	\$ 376.937.695	\$ 387.030.537	\$ 397.399.128	\$ 408.051.183
Custos Fixos											
Sub-total administrativo		\$ 54.240.000	\$ 56.124.000	\$ 58.073.580	\$ 60.091.026	\$ 62.178.705	\$ 64.339.065	\$ 66.574.640	\$ 68.888.053	\$ 71.282.017	\$ 73.759.343
Outros gastos administrativos		\$ 2.712.000	\$ 2.806.200	\$ 2.903.679	\$ 3.004.551	\$ 3.108.935	\$ 3.216.953	\$ 3.328.732	\$ 3.444.403	\$ 3.564.101	\$ 3.687.967
Manutenção		\$ 16.517.724	\$ 16.930.667	\$ 17.353.934	\$ 17.787.782	\$ 18.232.477	\$ 18.688.289	\$ 19.155.496	\$ 19.634.383	\$ 20.125.243	\$ 20.628.374
Aluguer de terreno		\$ 24.000	\$ 24.600	\$ 25.215	\$ 25.845	\$ 26.492	\$ 27.154	\$ 27.833	\$ 28.528	\$ 29.242	\$ 29.973
Total de custos fixos		\$ 73.493.724	\$ 75.885.467	\$ 78.356.408	\$ 80.909.205	\$ 83.546.608	\$ 86.271.460	\$ 89.086.700	\$ 91.995.367	\$ 95.000.603	\$ 98.105.657
Total (fixos + variáveis)		\$ 217.057.582	\$ 347.227.034	\$ 417.533.366	\$ 429.148.930	\$ 441.096.086	\$ 453.384.566	\$ 466.024.395	\$ 479.025.903	\$ 492.399.731	\$ 506.156.840
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 394.645.258	-\$ 66.051.680	-\$ 104.624.006	-\$ 114.279.582	-\$ 116.597.274	-\$ 118.963.142	-\$ 121.378.319	-\$ 123.843.977	-\$ 126.361.320	-\$ 128.931.592	-\$ 131.556.071
Lucro líquido (US\$)	-\$ 211.451	-\$ 35.390	-\$ 56.058	-\$ 61.231	-\$ 62.473	-\$ 63.740	-\$ 65.035	-\$ 66.356	-\$ 67.704	-\$ 69.082	-\$ 70.488

QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (CONTINUAÇÃO)

Ano	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROECÇÃO FINANCEIRA/FUXO DE CAIXA - cenário 1 (CONTINUAÇÃO)

ANO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Taxa de inflação	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	144.094.804										
Utilização da capacidade	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶	\$ 512.768.312	\$ 528.151.361	\$ 543.995.902	\$ 560.315.779	\$ 577.125.253	\$ 594.439.010	\$ 612.272.181	\$ 630.640.346	\$ 649.559.556	\$ 669.046.343	\$ 689.117.733
Custo de vendas ²⁷	\$ 75.419.035	\$ 77.442.778	\$ 79.521.954	\$ 81.658.118	\$ 83.852.870	\$ 86.107.856	\$ 88.424.771	\$ 90.805.356	\$ 93.251.404	\$ 95.764.760	\$ 98.347.323
Imposto de venda (10%)	\$ 51.276.831	\$ 52.815.136	\$ 54.399.590	\$ 56.031.578	\$ 57.712.525	\$ 59.443.901	\$ 61.227.218	\$ 63.064.035	\$ 64.955.956	\$ 66.904.634	\$ 68.911.773
Vendas líquidas²⁸	\$ 386.072.446	\$ 397.893.448	\$ 410.074.358	\$ 422.626.084	\$ 435.559.858	\$ 448.887.253	\$ 462.620.192	\$ 476.770.956	\$ 491.352.197	\$ 506.376.948	\$ 521.858.637
Valor residual de activos²⁹											\$ 100.866.363
Capital de giro (ano 2010)											
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 2.152.213	\$ 2.211.127	\$ 2.271.692	\$ 2.333.957	\$ 2.397.970	\$ 2.463.782	\$ 2.531.444	\$ 2.601.009	\$ 2.672.534	\$ 2.746.075	\$ 34.408.248
Capital de giro total ³⁰											
DESPESAS (Col\$)											
<i>Custos Variáveis</i>											
Matéria-primas	\$ 272.338.349	\$ 279.146.808	\$ 286.125.478	\$ 293.278.615	\$ 300.610.580	\$ 308.125.845	\$ 315.828.991	\$ 323.724.716	\$ 331.817.833	\$ 340.113.279	\$ 348.616.111
Energia (etanol)	\$ 69.841.213	\$ 71.587.243	\$ 73.376.924	\$ 75.211.347	\$ 77.091.631	\$ 79.018.922	\$ 80.994.395	\$ 83.019.255	\$ 85.094.736	\$ 87.222.105	\$ 89.402.657
Mão-de-obra	\$ 76.815.075	\$ 79.503.603	\$ 82.286.229	\$ 85.166.247	\$ 88.147.066	\$ 91.232.213	\$ 94.425.341	\$ 97.730.228	\$ 101.150.786	\$ 104.691.063	\$ 108.355.250
Total de custos variáveis	\$ 418.994.637	\$ 430.237.654	\$ 441.788.631	\$ 453.656.209	\$ 465.849.277	\$ 478.376.980	\$ 491.248.726	\$ 504.474.198	\$ 518.063.355	\$ 532.026.447	\$ 546.374.019
<i>Custos Fixos</i>											
Sub-total administrativo	\$ 76.322.936	\$ 78.975.806	\$ 81.721.065	\$ 84.561.936	\$ 87.501.753	\$ 90.543.968	\$ 93.692.151	\$ 96.949.999	\$ 100.321.338	\$ 103.810.126	\$ 107.420.460
Outros gastos administrativos	\$ 3.816.147	\$ 3.948.790	\$ 4.086.053	\$ 4.228.097	\$ 4.375.088	\$ 4.527.198	\$ 4.684.608	\$ 4.847.500	\$ 5.016.067	\$ 5.190.506	\$ 5.371.023
Manutenção	\$ 21.144.083	\$ 21.672.685	\$ 22.214.502	\$ 22.769.865	\$ 23.339.112	\$ 23.922.589	\$ 24.520.654	\$ 25.133.670	\$ 25.762.012	\$ 26.406.063	\$ 27.066.214
Aluguer de terreno	\$ 30.722	\$ 31.490	\$ 32.277	\$ 33.084	\$ 33.911	\$ 34.759	\$ 35.628	\$ 36.519	\$ 37.432	\$ 38.368	\$ 39.327
Total de custos fixos	\$ 101.313.888	\$ 104.628.772	\$ 108.053.898	\$ 111.592.982	\$ 115.249.864	\$ 119.028.515	\$ 122.933.041	\$ 126.967.689	\$ 131.136.849	\$ 135.445.062	\$ 139.897.024
Total (fixos + variáveis)	\$ 520.308.526	\$ 534.866.426	\$ 549.842.529	\$ 565.249.191	\$ 581.099.141	\$ 597.405.494	\$ 614.181.767	\$ 631.441.887	\$ 649.200.204	\$ 667.471.509	\$ 686.271.042
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 278.330.884	-\$ 136.972.978	-\$ 139.768.171	-\$ 142.623.108	-\$ 145.539.283	-\$ 148.518.241	-\$ 151.561.575	-\$ 154.670.931	-\$ 157.848.007	-\$ 161.094.561	-\$ 29.137.794
Lucro líquido (US\$)	-\$ 149.130	-\$ 73.390	-\$ 74.888	-\$ 76.417	-\$ 77.980	-\$ 79.576	-\$ 81.207	-\$ 82.873	-\$ 84.575	-\$ 86.314	-\$ 15.612

Legenda:

(25) Investimento inicial no ano zero e reinvestimento em equipamentos no ano 11 (por depreciação). Estes equipamentos representam cerca de 40% do investimento total

(26) Supõe-se um crescimento de vendas de 50, 80 e 100%

(27) Equivale aos impostos de comercialização de etanol (18% das vendas brutas)

(28) Vendas brutas menos o custo de vendas

(29) É a figura que supõe que os activos vendem-se no final do projecto com um valor de 20%.

(30) Equivale a 2 meses de gastos e custos. Está relacionado com o crescimento orçamentado de custos variáveis. O capital de giro total equivale ao inicial e à variação do mesmo pelo aumento de custos variáveis no presente ano. O capital de giro converte-se em rendimento no final do projecto.

ANEXO3.2.- Cenário 2

QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROECÇÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA - cenário 2

ANO	0 (2010)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taxa de inflação			1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial			1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda			1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	\$ 360.237.010										
Utilização da capacidade		50%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶		\$ 215.211.117	\$ 354.667.921	\$ 443.334.902	\$ 456.634.949	\$ 470.333.997	\$ 484.444.017	\$ 498.977.338	\$ 513.946.658	\$ 529.365.057	\$ 545.246.009
Custo de vendas ²⁷		\$ 25.841.494	\$ 48.841.482	\$ 61.051.852	\$ 62.683.150	\$ 64.358.906	\$ 66.080.359	\$ 67.848.785	\$ 69.665.497	\$ 71.531.843	\$ 73.449.213
Imposto de venda (10%)		\$ 21.521.112	\$ 35.466.792	\$ 44.333.490	\$ 45.663.495	\$ 47.033.400	\$ 48.444.402	\$ 49.897.734	\$ 51.394.666	\$ 52.936.506	\$ 54.524.601
Vendas líquidas ²⁸		\$ 167.848.511	\$ 270.359.647	\$ 337.949.559	\$ 348.288.303	\$ 358.941.692	\$ 369.919.256	\$ 381.230.819	\$ 392.886.495	\$ 404.896.709	\$ 417.272.195
Valor residual de activos ²⁹											
Capital de giro (ano 2010)	\$ 31.869.348										
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 2.538.900	\$ 0	\$ 25.129.616	\$ 13.340.960	\$ 1.782.344	\$ 1.830.918	\$ 1.880.847	\$ 1.932.169	\$ 1.984.925	\$ 2.039.156	\$ 2.094.904
Capital de giro total ³⁰	\$ 34.408.248										
DESPESAS (Col\$)											
<i>Custos Variáveis</i>											
Matérias-primas		\$ 109.034.520	\$ 178.816.613	\$ 223.520.766	\$ 229.108.785	\$ 234.836.505	\$ 240.707.417	\$ 246.725.103	\$ 252.893.230	\$ 259.215.561	\$ 265.695.950
Energia (etanol)		\$ 6.348.538	\$ 45.857.549	\$ 57.321.936	\$ 58.754.984	\$ 60.223.859	\$ 61.729.455	\$ 63.272.692	\$ 64.854.509	\$ 66.475.872	\$ 68.137.769
Mão-de-obra		\$ 28.180.800	\$ 46.667.405	\$ 58.334.256	\$ 60.375.955	\$ 62.489.113	\$ 64.676.232	\$ 66.939.900	\$ 69.282.797	\$ 71.707.695	\$ 74.217.464
Total de custos variáveis		\$ 143.563.858	\$ 271.341.566	\$ 339.176.958	\$ 348.239.725	\$ 357.549.477	\$ 367.113.105	\$ 376.937.695	\$ 387.030.537	\$ 397.399.128	\$ 408.051.183
<i>Custos Fixos</i>											
Gerente		\$ 30.000.000	\$ 31.050.000	\$ 32.136.750	\$ 33.261.536	\$ 34.425.690	\$ 35.630.589	\$ 36.877.660	\$ 38.168.378	\$ 39.504.271	\$ 40.886.921
Contabilista auxiliar		\$ 7.200.000	\$ 7.452.000	\$ 7.712.820	\$ 7.982.769	\$ 8.262.166	\$ 8.551.341	\$ 8.850.638	\$ 9.160.411	\$ 9.481.025	\$ 9.812.861
Secretária		\$ 8.400.000	\$ 8.694.000	\$ 8.998.290	\$ 9.313.230	\$ 9.639.193	\$ 9.976.565	\$ 10.325.745	\$ 10.687.146	\$ 11.061.196	\$ 11.448.338
Vigilante		\$ 7.200.000	\$ 7.452.000	\$ 7.712.820	\$ 7.982.769	\$ 8.262.166	\$ 8.551.341	\$ 8.850.638	\$ 9.160.411	\$ 9.481.025	\$ 9.812.861
Serviços públicos da área administrativa		\$ 1.440.000	\$ 1.476.000	\$ 1.512.900	\$ 1.550.723	\$ 1.589.491	\$ 1.629.228	\$ 1.669.959	\$ 1.711.707	\$ 1.754.500	\$ 1.798.363
Sub-total administrativo		\$ 54.240.000	\$ 56.124.000	\$ 58.073.580	\$ 60.091.026	\$ 62.178.705	\$ 64.339.065	\$ 66.574.640	\$ 68.888.053	\$ 71.282.017	\$ 73.759.343
Outros gastos administrativos		\$ 2.712.000	\$ 2.806.200	\$ 2.903.679	\$ 3.004.551	\$ 3.108.935	\$ 3.216.953	\$ 3.328.732	\$ 3.444.403	\$ 3.564.101	\$ 3.687.967
Manutenção		\$ 16.517.724	\$ 16.930.667	\$ 17.353.934	\$ 17.787.782	\$ 18.232.477	\$ 18.688.289	\$ 19.155.496	\$ 19.634.383	\$ 20.125.243	\$ 20.628.374
Aluguer de terreno		\$ 24.000	\$ 24.600	\$ 25.215	\$ 25.845	\$ 26.492	\$ 27.154	\$ 27.833	\$ 28.528	\$ 29.242	\$ 29.973
Total de custos fixos		\$ 73.493.724	\$ 75.885.467	\$ 78.356.408	\$ 80.909.205	\$ 83.546.608	\$ 86.271.460	\$ 89.086.700	\$ 91.995.367	\$ 95.000.603	\$ 98.105.657

Total (fixos + variáveis)		\$ 217.057.582	\$ 347.227.034	\$ 417.533.366	\$ 429.148.930	\$ 441.096.086	\$ 453.384.566	\$ 466.024.395	\$ 479.025.903	\$ 492.399.731	\$ 506.156.840
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 394.645.258	-\$ 49.209.071	-\$ 76.867.386	-\$ 79.583.807	-\$ 80.860.626	-\$ 82.154.394	-\$ 83.465.309	-\$ 84.793.577	-\$ 86.139.408	-\$ 87.503.022	-\$ 88.884.644
Lucro líquido (US\$)	-\$ 211.451	-\$ 26.366	-\$ 41.186	-\$ 42.641	-\$ 43.325	-\$ 44.018	-\$ 44.721	-\$ 45.432	-\$ 46.153	-\$ 46.884	-\$ 47.624

QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (CONTINUAÇÃO)

Ano	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROECÇÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA - cenário 2 (CONTINUAÇÃO)

ANO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Taxa de inflação	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	144.094.804										
Utilização da capacidade	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶	\$ 561.603.389	\$ 578.451.491	\$ 595.805.036	\$ 613.679.187	\$ 632.089.563	\$ 651.052.249	\$ 670.583.817	\$ 690.701.331	\$ 711.422.371	\$ 732.765.042	\$ 754.747.994
Custo de vendas ²⁷	\$ 75.419.035	\$ 77.442.778	\$ 79.521.954	\$ 81.658.118	\$ 83.852.870	\$ 86.107.856	\$ 88.424.771	\$ 90.805.356	\$ 93.251.404	\$ 95.764.760	\$ 98.347.323
Imposto de venda (10%)	\$ 56.160.339	\$ 57.845.149	\$ 59.580.504	\$ 61.367.919	\$ 63.208.956	\$ 65.105.225	\$ 67.058.382	\$ 69.070.133	\$ 71.142.237	\$ 73.276.504	\$ 75.474.799
Vendas líquidas²⁸	\$ 430.024.016	\$ 443.163.564	\$ 456.702.579	\$ 470.653.151	\$ 485.027.736	\$ 499.839.168	\$ 515.100.664	\$ 530.825.843	\$ 547.028.730	\$ 563.723.778	\$ 580.925.871
Valor residual de activos²⁹											\$ 100.866.363
Capital de giro (ano 2010)											
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 2.152.213	\$ 2.211.127	\$ 2.271.692	\$ 2.333.957	\$ 2.397.970	\$ 2.463.782	\$ 2.531.444	\$ 2.601.009	\$ 2.672.534	\$ 2.746.075	\$ 34.408.248
Capital de giro total ³⁰											
DESPESAS (Col\$)											
<i>Custos Variáveis</i>											
Matérias-primas	\$ 272.338.349	\$ 279.146.808	\$ 286.125.478	\$ 293.278.615	\$ 300.610.580	\$ 308.125.845	\$ 315.828.991	\$ 323.724.716	\$ 331.817.833	\$ 340.113.279	\$ 348.616.111
Energia (etanol)	\$ 69.841.213	\$ 71.587.243	\$ 73.376.924	\$ 75.211.347	\$ 77.091.631	\$ 79.018.922	\$ 80.994.395	\$ 83.019.255	\$ 85.094.736	\$ 87.222.105	\$ 89.402.657
Mão-de-obra	\$ 76.815.075	\$ 79.503.603	\$ 82.286.229	\$ 85.166.247	\$ 88.147.066	\$ 91.232.213	\$ 94.425.341	\$ 97.730.228	\$ 101.150.786	\$ 104.691.063	\$ 108.355.250
Total de custos variáveis	\$ 418.994.637	\$ 430.237.654	\$ 441.788.631	\$ 453.656.209	\$ 465.849.277	\$ 478.376.980	\$ 491.248.726	\$ 504.474.198	\$ 518.063.355	\$ 532.026.447	\$ 546.374.019
<i>Custos Fixos</i>											
Gerente	\$ 42.317.963	\$ 43.799.092	\$ 45.332.060	\$ 46.918.682	\$ 48.560.836	\$ 50.260.465	\$ 52.019.581	\$ 53.840.267	\$ 55.724.676	\$ 57.675.040	\$ 59.693.666
Contabilista auxiliar	\$ 10.156.311	\$ 10.511.782	\$ 10.879.694	\$ 11.260.484	\$ 11.654.601	\$ 12.062.512	\$ 12.484.699	\$ 12.921.664	\$ 13.373.922	\$ 13.842.009	\$ 14.326.480
Secretária	\$ 11.849.030	\$ 12.263.746	\$ 12.692.977	\$ 13.137.231	\$ 13.597.034	\$ 14.072.930	\$ 14.565.483	\$ 15.075.275	\$ 15.602.909	\$ 16.149.011	\$ 16.714.226
Vigilante	\$ 10.156.311	\$ 10.511.782	\$ 10.879.694	\$ 11.260.484	\$ 11.654.601	\$ 12.062.512	\$ 12.484.699	\$ 12.921.664	\$ 13.373.922	\$ 13.842.009	\$ 14.326.480
Serviços públicos da área administrativa	\$ 1.843.322	\$ 1.889.405	\$ 1.936.640	\$ 1.985.056	\$ 2.034.682	\$ 2.085.549	\$ 2.137.688	\$ 2.191.130	\$ 2.245.909	\$ 2.302.056	\$ 2.359.608
Sub-total administrativo	\$ 76.322.936	\$ 78.975.806	\$ 81.721.065	\$ 84.561.936	\$ 87.501.753	\$ 90.543.968	\$ 93.692.151	\$ 96.949.999	\$ 100.321.338	\$ 103.810.126	\$ 107.420.460
Outros gastos administrativos	\$ 3.816.147	\$ 3.948.790	\$ 4.086.053	\$ 4.228.097	\$ 4.375.088	\$ 4.527.198	\$ 4.684.608	\$ 4.847.500	\$ 5.016.067	\$ 5.190.506	\$ 5.371.023
Manutenção	\$ 21.144.083	\$ 21.672.685	\$ 22.214.502	\$ 22.769.865	\$ 23.339.112	\$ 23.922.589	\$ 24.520.654	\$ 25.133.670	\$ 25.762.012	\$ 26.406.063	\$ 27.066.214
Aluguer de terreno	\$ 30.722	\$ 31.490	\$ 32.277	\$ 33.084	\$ 33.911	\$ 34.759	\$ 35.628	\$ 36.519	\$ 37.432	\$ 38.368	\$ 39.327

Total de custos fixos	\$ 101.313.888	\$ 104.628.772	\$ 108.053.898	\$ 111.592.982	\$ 115.249.864	\$ 119.028.515	\$ 122.933.041	\$ 126.967.689	\$ 131.136.849	\$ 135.445.062	\$ 139.897.024
Total (fixos + variáveis)	\$ 520.308.526	\$ 534.866.426	\$ 549.842.529	\$ 565.249.191	\$ 581.099.141	\$ 597.405.494	\$ 614.181.767	\$ 631.441.887	\$ 649.200.204	\$ 667.471.509	\$ 686.271.042
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 234.379.314	-\$ 91.702.861	-\$ 93.139.951	-\$ 94.596.041	-\$ 96.071.405	-\$ 97.566.326	-\$ 99.081.103	-\$ 100.616.044	-\$ 102.171.474	-\$ 103.747.731	\$ 29.929.440
Lucro líquido (US\$)	-\$ 125.580	-\$ 49.134	-\$ 49.904	-\$ 50.685	-\$ 51.475	-\$ 52.276	-\$ 53.088	-\$ 53.910	-\$ 54.743	-\$ 55.588	\$ 16.036

Legenda:

(25) Investimento inicial no ano zero e reinvestimento em equipamentos no ano 11 (por depreciação). Estes equipamentos representam cerca de 40% do investimento total

(26) Supõe-se um crescimento de vendas de 50, 80 e 100%

(27) Equivale aos impostos de comercialização de etanol (18% das vendas brutas)

(28) Vendas brutas menos o custo de vendas

(29) É a figura que supõe que os activos vendem-se no final do projecto com um valor de 20%.

(30) Equivale a 2 meses de gastos e custos. Está relacionado com o crescimento orçamentado de custos variáveis. O capital de giro total equivale ao inicial e à variação do mesmo pelo aumento de custos variáveis no presente ano. O capital de giro converte-se em rendimento no final do projecto.

ANEXO3.3.- Cenário 1a

QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROJEÇÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA - cenário 1a

ANO	0 (2010)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taxa de inflação			1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial			1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda			1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	\$ 360.237.010										
Utilização da capacidade		50%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶		\$ 196.497.107	\$ 323.827.233	\$ 404.784.041	\$ 416.927.562	\$ 429.435.389	\$ 442.318.450	\$ 455.588.004	\$ 469.255.644	\$ 483.333.313	\$ 497.833.313
Custo de vendas ²⁷		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Imposto de venda (10%)		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
vendas líquidas²⁸		\$ 196.497.107	\$ 323.827.233	\$ 404.784.041	\$ 416.927.562	\$ 429.435.389	\$ 442.318.450	\$ 455.588.004	\$ 469.255.644	\$ 483.333.313	\$ 497.833.313
Valor residual de activos ²⁹											
Capital de giro (ano 2010)	\$ 38.881.374										
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 2.088.506	\$ 0	\$ 17.119.898	\$ 10.938.079	\$ 1.464.484	\$ 1.504.499	\$ 1.545.633	\$ 1.587.919	\$ 1.631.390	\$ 1.676.079	\$ 1.722.023
Capital de giro total ³⁰	\$ 40.969.880										
DESPESAS (Col\$)											
<i>Custos Variáveis</i>											
Matérias-primas		\$ 109.034.520	\$ 178.816.613	\$ 223.520.766	\$ 229.108.785	\$ 234.836.505	\$ 240.707.417	\$ 246.725.103	\$ 252.893.230	\$ 259.215.561	\$ 265.695.950
Energia (biogas)		\$ 22.579.200	\$ 37.029.888	\$ 46.287.360	\$ 47.444.544	\$ 48.630.658	\$ 49.846.424	\$ 51.092.585	\$ 52.369.899	\$ 53.679.147	\$ 55.021.125
Mão-de-obra		\$ 28.180.800	\$ 46.667.405	\$ 58.334.256	\$ 60.375.955	\$ 62.489.113	\$ 64.676.232	\$ 66.939.900	\$ 69.282.797	\$ 71.707.695	\$ 74.217.464
Total de custos variáveis		\$ 159.794.520	\$ 262.513.906	\$ 328.142.382	\$ 336.929.284	\$ 345.956.276	\$ 355.230.074	\$ 364.757.588	\$ 374.545.927	\$ 384.602.403	\$ 394.934.540
<i>Custos Fixos</i>											
Gerente		\$ 30.000.000	\$ 31.050.000	\$ 32.136.750	\$ 33.261.536	\$ 34.425.690	\$ 35.630.589	\$ 36.877.660	\$ 38.168.378	\$ 39.504.271	\$ 40.886.921
Contabilista auxiliar		\$ 7.200.000	\$ 7.452.000	\$ 7.712.820	\$ 7.982.769	\$ 8.262.166	\$ 8.551.341	\$ 8.850.638	\$ 9.160.411	\$ 9.481.025	\$ 9.812.861
Secretária		\$ 8.400.000	\$ 8.694.000	\$ 8.998.290	\$ 9.313.230	\$ 9.639.193	\$ 9.976.565	\$ 10.325.745	\$ 10.687.146	\$ 11.061.196	\$ 11.448.338
Vigilante		\$ 7.200.000	\$ 7.452.000	\$ 7.712.820	\$ 7.982.769	\$ 8.262.166	\$ 8.551.341	\$ 8.850.638	\$ 9.160.411	\$ 9.481.025	\$ 9.812.861
Serviços públicos da área administrativa		\$ 1.440.000	\$ 1.476.000	\$ 1.512.900	\$ 1.550.723	\$ 1.589.491	\$ 1.629.228	\$ 1.669.959	\$ 1.711.707	\$ 1.754.500	\$ 1.798.363
Sub-total administrativo		\$ 54.240.000	\$ 56.124.000	\$ 58.073.580	\$ 60.091.026	\$ 62.178.705	\$ 64.339.065	\$ 66.574.640	\$ 68.888.053	\$ 71.282.017	\$ 73.759.343
Outros gastos administrativos		\$ 2.712.000	\$ 2.806.200	\$ 2.903.679	\$ 3.004.551	\$ 3.108.935	\$ 3.216.953	\$ 3.328.732	\$ 3.444.403	\$ 3.564.101	\$ 3.687.967
Manutenção		\$ 16.517.724	\$ 16.930.667	\$ 17.353.934	\$ 17.787.782	\$ 18.232.477	\$ 18.688.289	\$ 19.155.496	\$ 19.634.383	\$ 20.125.243	\$ 20.628.374
Aluguer de terreno		\$ 24.000	\$ 24.600	\$ 25.215	\$ 25.845	\$ 26.492	\$ 27.154	\$ 27.833	\$ 28.528	\$ 29.242	\$ 29.973
Total de custos fixos		\$ 73.493.724	\$ 75.885.467	\$ 78.356.408	\$ 80.909.205	\$ 83.546.608	\$ 86.271.460	\$ 89.086.700	\$ 91.995.367	\$ 95.000.603	\$ 98.105.657
Total (fixos + variáveis)		\$ 233.288.244	\$ 338.399.373	\$ 406.498.790	\$ 417.838.489	\$ 429.502.884	\$ 441.501.534	\$ 453.844.288	\$ 466.541.294	\$ 479.603.005	\$ 493.040.196
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 401.206.890	-\$ 36.791.137	-\$ 14.572.140	-\$ 1.714.749	-\$ 910.927	-\$ 67.495	\$ 816.916	\$ 1.743.716	\$ 2.714.350	\$ 3.730.308	\$ 4.793.116
Lucro líquido (US\$)	-\$ 214.967	-\$ 19.713	-\$ 7.808	-\$ 919	-\$ 488	-\$ 36	\$ 438	\$ 934	\$ 1.454	\$ 1.999	\$ 2.568

**VII. QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE
(CONTINUAÇÃO)**

Ano	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3

**VIII. MATRIZ DE PROECÇÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA -
cenário 1a (CONTINUAÇÃO)**

ANO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Taxa de inflação	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	144.094.804										
Utilização da capacidade	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶	\$ 512.768.312	\$ 528.151.361	\$ 543.995.902	\$ 560.315.779	\$ 577.125.253	\$ 594.439.010	\$ 612.272.181	\$ 630.640.346	\$ 649.559.556	\$ 669.046.343	\$ 689.117.733
Custo de vendas ²⁷	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Imposto de venda (10%)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Vendas líquidas²⁸	\$ 512.768.312	\$ 528.151.361	\$ 543.995.902	\$ 560.315.779	\$ 577.125.253	\$ 594.439.010	\$ 612.272.181	\$ 630.640.346	\$ 649.559.556	\$ 669.046.343	\$ 689.117.733
Valor residual de activos²⁹											\$ 100.866.363
Capital de giro (ano 2010)											
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 1.769.256	\$ 1.817.817	\$ 1.867.743	\$ 1.919.075	\$ 1.971.852	\$ 2.026.116	\$ 2.081.911	\$ 2.139.280	\$ 2.198.271	\$ 2.258.928	\$ 40.969.880
Capital de giro total ³⁰											
DESPESAS (Col\$)											
Custos Variáveis											
Matérias-primas	\$ 272.338.349	\$ 279.146.808	\$ 286.125.478	\$ 293.278.615	\$ 300.610.580	\$ 308.125.845	\$ 315.828.991	\$ 323.724.716	\$ 331.817.833	\$ 340.113.279	\$ 348.616.111
Energia (etanol)	\$ 56.396.654	\$ 57.806.570	\$ 59.251.734	\$ 60.733.027	\$ 62.251.353	\$ 63.807.637	\$ 65.402.828	\$ 67.037.899	\$ 68.713.846	\$ 70.431.692	\$ 72.192.485
Mão-de-obra	\$ 76.815.075	\$ 79.503.603	\$ 82.286.229	\$ 85.166.247	\$ 88.147.066	\$ 91.232.213	\$ 94.425.341	\$ 97.730.228	\$ 101.150.786	\$ 104.691.063	\$ 108.355.250
Total de custos variáveis	\$ 405.550.078	\$ 416.456.981	\$ 427.663.441	\$ 439.177.890	\$ 451.008.999	\$ 463.165.695	\$ 475.657.159	\$ 488.492.842	\$ 501.682.465	\$ 515.236.035	\$ 529.163.846
Custos Fixos											
Gerente	\$ 42.317.963	\$ 43.799.092	\$ 45.332.060	\$ 46.918.682	\$ 48.560.836	\$ 50.260.465	\$ 52.019.581	\$ 53.840.267	\$ 55.724.676	\$ 57.675.040	\$ 59.693.666
Contabilista auxiliar	\$ 10.156.311	\$ 10.511.782	\$ 10.879.694	\$ 11.260.484	\$ 11.654.601	\$ 12.062.512	\$ 12.484.699	\$ 12.921.664	\$ 13.373.922	\$ 13.842.009	\$ 14.326.480
Secretária	\$ 11.849.030	\$ 12.263.746	\$ 12.692.977	\$ 13.137.231	\$ 13.597.034	\$ 14.072.930	\$ 14.565.483	\$ 15.075.275	\$ 15.602.909	\$ 16.149.011	\$ 16.714.226
Vigilante	\$ 10.156.311	\$ 10.511.782	\$ 10.879.694	\$ 11.260.484	\$ 11.654.601	\$ 12.062.512	\$ 12.484.699	\$ 12.921.664	\$ 13.373.922	\$ 13.842.009	\$ 14.326.480
Serviços públicos da área administrativa	\$ 1.843.322	\$ 1.889.405	\$ 1.936.640	\$ 1.985.056	\$ 2.034.682	\$ 2.085.549	\$ 2.137.688	\$ 2.191.130	\$ 2.245.909	\$ 2.302.056	\$ 2.359.608
Sub-total administrativo	\$ 76.322.936	\$ 78.975.806	\$ 81.721.065	\$ 84.561.936	\$ 87.501.753	\$ 90.543.968	\$ 93.692.151	\$ 96.949.999	\$ 100.321.338	\$ 103.810.126	\$ 107.420.460
Outros gastos administrativos	\$ 3.816.147	\$ 3.948.790	\$ 4.086.053	\$ 4.228.097	\$ 4.375.088	\$ 4.527.198	\$ 4.684.608	\$ 4.847.500	\$ 5.016.067	\$ 5.190.506	\$ 5.371.023
Manutenção	\$ 21.144.083	\$ 21.672.685	\$ 22.214.502	\$ 22.769.865	\$ 23.339.112	\$ 23.922.589	\$ 24.520.654	\$ 25.133.670	\$ 25.762.012	\$ 26.406.063	\$ 27.066.214
Aluguer de terreno	\$ 30.722	\$ 31.490	\$ 32.277	\$ 33.084	\$ 33.911	\$ 34.759	\$ 35.628	\$ 36.519	\$ 37.432	\$ 38.368	\$ 39.327
Total de custos fixos	\$ 101.313.888	\$ 104.628.772	\$ 108.053.898	\$ 111.592.982	\$ 115.249.864	\$ 119.028.515	\$ 122.933.041	\$ 126.967.689	\$ 131.136.849	\$ 135.445.062	\$ 139.897.024
Total (fixos + variáveis)	\$ 506.863.966	\$ 521.085.752	\$ 535.717.339	\$ 550.770.871	\$ 566.258.863	\$ 582.194.209	\$ 598.590.200	\$ 615.460.530	\$ 632.819.314	\$ 650.681.097	\$ 669.060.870
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 138.190.458	\$ 7.065.609	\$ 8.278.563	\$ 9.544.908	\$ 10.866.390	\$ 12.244.801	\$ 13.681.980	\$ 15.179.816	\$ 16.740.242	\$ 18.365.246	\$ 161.893.107
Lucro líquido (US\$)	-\$ 74.042	\$ 3.786	\$ 4.436	\$ 5.114	\$ 5.822	\$ 6.561	\$ 7.331	\$ 8.133	\$ 8.969	\$ 9.840	\$ 86.742

Legenda:

(25) Investimento inicial no ano zero e reinvestimento em equipamentos no ano 11 (por depreciação). Estes equipamentos representam cerca de 40% do investimento total

(26) Supõe-se um crescimento de vendas de 50, 80 e 100%

(27) Equivale aos impostos de comercialização de etanol (18% das vendas brutas)

(28) Vendas brutas menos o custo de vendas

(29) É a figura que supõe que os activos vendem-se no final do projecto com um valor de 20%.

(30) Equivale a 2 meses de gastos e custos. Está relacionado com o crescimento orçamentado de custos variáveis. O capital de giro total equivale ao inicial e à variação do mesmo pelo aumento de custos variáveis no presente ano. O capital de giro converte-se em rendimento no final do projecto.

(31) São necessários 4m³ de biogas para produzir 1 hora de energia. Considerou-se o preço do gás natural para a projecção de valor 1.680 Col\$/m³

ANEXO3.4.- Cenário 2a

QUADRO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inflação projectada	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROECÇÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA - cenário 2a

ANO	0 (2010)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taxa de inflação			1,01	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial			1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda			1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	\$ 360.237.010										
Utilização da capacidade		50%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶		\$ 215.211.117	\$ 354.667.921	\$ 443.334.902	\$ 456.634.949	\$ 470.333.997	\$ 484.444.017	\$ 498.977.338	\$ 513.946.658	\$ 529.365.057	\$ 545.246.009
Custo de vendas ²⁷		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Imposto de venda (10%)		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Vendas líquidas ²⁸		\$ 215.211.117	\$ 354.667.921	\$ 443.334.902	\$ 456.634.949	\$ 470.333.997	\$ 484.444.017	\$ 498.977.338	\$ 513.946.658	\$ 529.365.057	\$ 545.246.009
Valor residual de activos ²⁹											
Capital de giro (ano 2010)	\$ 38.881.374										
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 2.088.506	\$ 0	\$ 16.593.443	\$ 11.464.534	\$ 1.464.484	\$ 1.504.499	\$ 1.545.633	\$ 1.587.919	\$ 1.631.390	\$ 1.676.079	\$ 1.722.023
Capital de giro total ³⁰	\$ 40.969.880										
DESPESAS (Col\$)											
Custos Variáveis											
Matérias-primas		\$ 109.034.520	\$ 176.199.784	\$ 223.520.766	\$ 229.108.785	\$ 234.836.505	\$ 240.707.417	\$ 246.725.103	\$ 252.893.230	\$ 259.215.561	\$ 265.695.950
Energia (biogas)		\$ 22.579.200	\$ 36.487.987	\$ 46.287.360	\$ 47.444.544	\$ 48.630.658	\$ 49.846.424	\$ 51.092.585	\$ 52.369.899	\$ 53.679.147	\$ 55.021.125
Mão-de-obra		\$ 28.180.800	\$ 46.667.405	\$ 58.334.256	\$ 60.375.955	\$ 62.489.113	\$ 64.676.232	\$ 66.939.900	\$ 69.282.797	\$ 71.707.695	\$ 74.217.464
Total de custos variáveis		\$ 159.794.520	\$ 259.355.176	\$ 328.142.382	\$ 336.929.284	\$ 345.956.276	\$ 355.230.074	\$ 364.757.588	\$ 374.545.927	\$ 384.602.403	\$ 394.934.540
Custos Fixos											
Gerente		\$ 30.000.000	\$ 31.050.000	\$ 32.136.750	\$ 33.261.536	\$ 34.425.690	\$ 35.630.589	\$ 36.877.660	\$ 38.168.378	\$ 39.504.271	\$ 40.886.921
Contabilista auxiliar		\$ 7.200.000	\$ 7.452.000	\$ 7.712.820	\$ 7.982.769	\$ 8.262.166	\$ 8.551.341	\$ 8.850.638	\$ 9.160.411	\$ 9.481.025	\$ 9.812.861
Secretária		\$ 8.400.000	\$ 8.694.000	\$ 8.998.290	\$ 9.313.230	\$ 9.639.193	\$ 9.976.565	\$ 10.325.745	\$ 10.687.146	\$ 11.061.196	\$ 11.448.338
Vigilante		\$ 7.200.000	\$ 7.452.000	\$ 7.712.820	\$ 7.982.769	\$ 8.262.166	\$ 8.551.341	\$ 8.850.638	\$ 9.160.411	\$ 9.481.025	\$ 9.812.861
Serviços públicos da área administrativa		\$ 1.440.000	\$ 1.454.400	\$ 1.490.760	\$ 1.528.029	\$ 1.566.230	\$ 1.605.385	\$ 1.645.520	\$ 1.686.658	\$ 1.728.825	\$ 1.772.045
Sub-total administrativo		\$ 54.240.000	\$ 56.102.400	\$ 58.051.440	\$ 60.068.333	\$ 62.155.444	\$ 64.315.222	\$ 66.550.201	\$ 68.863.003	\$ 71.256.342	\$ 73.733.025
Outros gastos administrativos		\$ 2.712.000	\$ 2.805.120	\$ 2.902.572	\$ 3.003.417	\$ 3.107.772	\$ 3.215.761	\$ 3.327.510	\$ 3.443.150	\$ 3.562.817	\$ 3.686.651
Manutenção		\$ 16.517.724	\$ 16.682.901	\$ 17.099.974	\$ 17.527.473	\$ 17.965.660	\$ 18.414.801	\$ 18.875.171	\$ 19.347.051	\$ 19.830.727	\$ 20.326.495
Aluguer de terreno		\$ 24.000	\$ 24.240	\$ 24.846	\$ 25.467	\$ 26.104	\$ 26.756	\$ 27.425	\$ 28.111	\$ 28.814	\$ 29.534
Total de custos fixos		\$ 73.493.724	\$ 75.614.661	\$ 78.078.832	\$ 80.624.690	\$ 83.254.980	\$ 85.972.541	\$ 88.780.308	\$ 91.681.315	\$ 94.678.700	\$ 97.775.706
Total (fixos + variáveis)		\$ 233.288.244	\$ 334.969.838	\$ 406.221.214	\$ 417.553.974	\$ 429.211.256	\$ 441.202.615	\$ 453.537.896	\$ 466.227.242	\$ 479.281.102	\$ 492.710.246
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 401.206.890	-\$ 18.077.127	\$ 19.698.084	\$ 37.113.688	\$ 39.080.975	\$ 41.122.741	\$ 43.241.402	\$ 45.439.441	\$ 47.719.416	\$ 50.083.955	\$ 52.535.763
Lucro líquido (US\$)	-\$ 214.967	-\$ 9.686	\$ 10.554	\$ 19.886	\$ 20.940	\$ 22.034	\$ 23.169	\$ 24.346	\$ 25.568	\$ 26.835	\$ 28.149

QUADRO DE ANÁLISE DE (CONTINUAÇÃO)

Ano	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inflação projectada	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Factor salarial	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Tendência do preço do Bioetanol	3	3	3	3	3	3	3	3	3

MATRIZ DE PROJECCÃO FINANCEIRA/FLUXO DE CAIXA - cenário 2a (CONTINUAÇÃO)

ANO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Taxa de inflação	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Factor Salarial	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035
Aumento do preço de venda	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Investimento inicial (Col\$) ²⁵	144.094.804										
Utilização da capacidade	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RENDIMENTOS (Col\$)											
Vendas brutas ²⁶	\$ 561.603.389	\$ 578.451.491	\$ 595.805.036	\$ 613.679.187	\$ 632.089.563	\$ 651.052.249	\$ 670.583.817	\$ 690.701.331	\$ 711.422.371	\$ 732.765.042	\$ 754.747.994
Custo de vendas ²⁷	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Imposto de venda (10%)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Vendas líquidas²⁸	\$ 561.603.389	\$ 578.451.491	\$ 595.805.036	\$ 613.679.187	\$ 632.089.563	\$ 651.052.249	\$ 670.583.817	\$ 690.701.331	\$ 711.422.371	\$ 732.765.042	\$ 754.747.994
Valor residual de activos²⁹											\$ 100.866.363
Capital de giro (ano 2010)											
Capital de giro (ano 2011-2030)	\$ 1.769.256	\$ 1.817.817	\$ 1.867.743	\$ 1.919.075	\$ 1.971.852	\$ 2.026.116	\$ 2.081.911	\$ 2.139.280	\$ 2.198.271	\$ 2.258.928	\$ 40.969.880
Capital de giro total ³⁰											
DESPESAS (Col\$)											
Custos Variáveis											
Matérias-primas	\$ 272.338.349	\$ 279.146.808	\$ 286.125.478	\$ 293.278.615	\$ 300.610.580	\$ 308.125.845	\$ 315.828.991	\$ 323.724.716	\$ 331.817.833	\$ 340.113.279	\$ 348.616.111
Energia (biogas)	\$ 56.396.654	\$ 57.806.570	\$ 59.251.734	\$ 60.733.027	\$ 62.251.353	\$ 63.807.637	\$ 65.402.828	\$ 67.037.899	\$ 68.713.846	\$ 70.431.692	\$ 72.192.485
Mão-de-obra	\$ 76.815.075	\$ 79.503.603	\$ 82.286.229	\$ 85.166.247	\$ 88.147.066	\$ 91.232.213	\$ 94.425.341	\$ 97.730.228	\$ 101.150.786	\$ 104.691.063	\$ 108.355.250
Total de custos variáveis	\$ 405.550.078	\$ 416.456.981	\$ 427.663.441	\$ 439.177.890	\$ 451.008.999	\$ 463.165.695	\$ 475.657.159	\$ 488.492.842	\$ 501.682.465	\$ 515.236.035	\$ 529.163.846
Custos Fixos											
Gerente	\$ 42.317.963	\$ 43.799.092	\$ 45.332.060	\$ 46.918.682	\$ 48.560.836	\$ 50.260.465	\$ 52.019.581	\$ 53.840.267	\$ 55.724.676	\$ 57.675.040	\$ 59.693.666
Contabilista auxiliar	\$ 10.156.311	\$ 10.511.782	\$ 10.879.694	\$ 11.260.484	\$ 11.654.601	\$ 12.062.512	\$ 12.484.699	\$ 12.921.664	\$ 13.373.922	\$ 13.842.009	\$ 14.326.480
Secretária	\$ 11.849.030	\$ 12.263.746	\$ 12.692.977	\$ 13.137.231	\$ 13.597.034	\$ 14.072.930	\$ 14.565.483	\$ 15.075.275	\$ 15.602.909	\$ 16.149.011	\$ 16.714.226
Vigilante	\$ 10.156.311	\$ 10.511.782	\$ 10.879.694	\$ 11.260.484	\$ 11.654.601	\$ 12.062.512	\$ 12.484.699	\$ 12.921.664	\$ 13.373.922	\$ 13.842.009	\$ 14.326.480
Serviços públicos da área administrativa	\$ 1.816.346	\$ 1.861.755	\$ 1.908.299	\$ 1.956.006	\$ 2.004.906	\$ 2.055.029	\$ 2.106.405	\$ 2.159.065	\$ 2.213.042	\$ 2.268.368	\$ 2.325.077
Sub-total administrativo	\$ 76.295.961	\$ 78.948.156	\$ 81.692.724	\$ 84.532.886	\$ 87.471.977	\$ 90.513.447	\$ 93.660.868	\$ 96.917.934	\$ 100.288.471	\$ 103.776.437	\$ 107.385.929
Outros gastos administrativos	\$ 3.814.798	\$ 3.947.408	\$ 4.084.636	\$ 4.226.644	\$ 4.373.599	\$ 4.525.672	\$ 4.683.043	\$ 4.845.897	\$ 5.014.424	\$ 5.188.822	\$ 5.369.296
Manutenção	\$ 20.834.658	\$ 21.355.524	\$ 21.889.412	\$ 22.436.647	\$ 22.997.564	\$ 23.572.503	\$ 24.161.815	\$ 24.765.861	\$ 25.385.007	\$ 26.019.632	\$ 26.670.123
Aluguer de terreno	\$ 30.272	\$ 31.029	\$ 31.805	\$ 32.600	\$ 33.415	\$ 34.250	\$ 35.107	\$ 35.984	\$ 36.884	\$ 37.806	\$ 38.751
Total de custos fixos	\$ 100.975.689	\$ 104.282.117	\$ 107.698.577	\$ 111.228.778	\$ 114.876.555	\$ 118.645.873	\$ 122.540.833	\$ 126.565.676	\$ 130.724.786	\$ 135.022.698	\$ 139.464.100
Total (fixos + variáveis)	\$ 506.525.767	\$ 520.739.098	\$ 535.362.018	\$ 550.406.668	\$ 565.885.554	\$ 581.811.568	\$ 598.197.993	\$ 615.058.518	\$ 632.407.251	\$ 650.258.732	\$ 668.627.946
Lucro líquido (Col\$)	-\$ 89.017.181	\$ 57.712.393	\$ 60.443.017	\$ 63.272.519	\$ 66.204.008	\$ 69.240.682	\$ 72.385.824	\$ 75.642.814	\$ 79.015.120	\$ 82.506.310	\$ 227.956.291
Lucro líquido (US\$)	-\$ 47.695	\$ 30.922	\$ 32.385	\$ 33.901	\$ 35.472	\$ 37.099	\$ 38.784	\$ 40.529	\$ 42.336	\$ 44.207	\$ 122.139

Legenda:

(25) Investimento inicial no ano zero e reinvestimento em equipamentos no ano 11 (por depreciação). Estes equipamentos representam cerca de 40% do investimento total

(26) Supõe-se um crescimento de vendas de 50, 80 e 100%

(27) Equivale aos impostos de comercialização de etanol (18% das vendas brutas)

(28) Vendas brutas menos o custo de vendas

(29) É a figura que supõe que os activos vendem-se no final do projecto com um valor de 20%.

(30) Equivale a 2 meses de gastos e custos. Está relacionado com o crescimento orçamentado de custos variáveis. O capital de giro total equivale ao inicial e à variação do mesmo pelo aumento de custos variáveis no presente ano. O capital de giro converte-se em rendimento no final do projecto.

(31) São necessários 4m³ de biogás para produzir 1 hora de energia Considerou-se o preço do gás natural para a projecção de valor 1.680 Col\$/m³

